



VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA MARKETINGU A OBCHODU

Zajištění přepravních kapacit u společnosti poskytující logistické služby  
Ensuring of Transport Capacities for Logistic Company

Student: Bc. Lea Kuchařová  
Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavla Macurová, CSc.

Ostrava 2019

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Ekonomická fakulta  
Katedra marketingu a obchodu

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Lea Kuchařová**  
Studijní program: N6208 Ekonomika a management  
Studijní obor: 6208T062 Marketing a obchod  
Téma: **Zajištění přepravních kapacit u společnosti poskytující logistické služby**  
**Ensuring of Transport Capacities for Logistic Company**  
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
  2. Charakteristika společnosti poskytující logistické služby
  3. Teoretická východiska v oblasti logistických služeb
  4. Metodika sběru dat
  5. Analýza současného stavu kapacitní zajištěnosti
  6. Návrh řešení analyzované situace
  7. Závěr
- Seznam použité literatury  
Seznam zkratk  
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce  
Seznam příloh  
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

- LAMBERT, Douglas M. et al. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Praha: Computer Press, 2000. 589 s. ISBN 80-7226-221-1.  
MACUROVÁ, P., N. KLABUSAYOVÁ a L. TVRDOŇ. *Logistika*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2014. 344 s. ISBN 978-80-248-3791-8.  
NOVÁK, Radek et al. *Přepravní, zasilatelské a logistické služby*. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2011. 392 s. ISBN 978-80-7357-735-3.

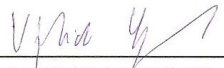
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Pavla Macurová, CSc.**

Datum zadání: 23.11.2018

Datum odevzdání: 26.04.2019



  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Vojtěch Spáčil, CSc.  
vedoucí katedry

  
\_\_\_\_\_  
prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal  
děkan fakulty

„Prohlašuji, že jsem celou svou práci vypracovala samostatně kromě částí, které jsou řádně ocitovány (sestavení OD matice, dekompozice tras a mapy zakreslené v softwaru GIS). Přílohu č. 1, danou mi k dispozici, jsem samostatně doplnila. Výsledky předložené diplomové práce jsou začleněny do širšího projektu TAČR TH02010930 „*RETIA - Efektivní přístupy k úsporným a adaptabilním systémům údržby a obsluhy dopravních sítí*“, který je řešen na Ekonomické fakultě Vysoké školy báňské – Technické univerzity v Ostravě.“

V Ostravě dne 26. 4. 2019

*Lea Kuchařová*  
.....  
Bc. Lea Kuchařová

Tímto bych chtěla poděkovat doc. Ing. Pavle Macurové, CSc. za odborné vedení, rady, pomoc a čas, který věnovala konzultacím při zpracování mé diplomové práce. Děkuji panu Ing. Mgr. Petru Kozlovi, Ph.D., který mě seznámil s programem Xpress-IVE, dozoroval zpracování návrhové části a rovněž zpracoval dekompozici rozvozových tras. Dále ještě musím poděkovat Ing. Lucii Orlíkové, Ph.D., která zpracovala OD matici a výsledné návrhy tras zakreslila do map.

Společnosti DHL Express děkuji za poskytnutí dat k vypracování mé diplomové práce. A v neposlední řadě také děkuji partnerovi, rodině, přátelům a kolegům ze společnosti DHL za podporu v průběhu celého studia.

# Obsah

1	Úvod.....	5
2	Charakteristika společnosti poskytující logistické služby .....	7
2.1	O společnosti .....	7
2.2	Struktura společnosti .....	8
2.3	Obchodní strategie.....	9
2.4	Marketingový mix společnosti .....	10
2.4.1	Produkt.....	10
2.4.2	Cena .....	11
2.4.3	Distribuce.....	12
2.4.4	Marketingová komunikace .....	15
2.5	Porterova analýza pěti konkurenčních sil .....	15
3	Teoretická východiska v oblasti logistických služeb.....	19
3.1	Vymezení dopravy, přepravy a zasilatelství.....	19
3.2	Kurýrní, expresní a balíkové služby .....	20
3.3	Logistický a distribuční systém .....	21
3.4	Logistické trendy v dopravě .....	22
3.5	Logistické technologie.....	23
3.5.1	Hub and Spoke.....	23
3.5.2	Gateway .....	23
3.6	Dopravní síť .....	23
3.6	Optimalizace dopravních tras .....	25
3.7	Úloha obchodního cestujícího .....	25
4	Metodika sběru dat.....	28
4.1	Sběr dat .....	28
4.2	Software společnosti DHL.....	29
5	Analýza současného stavu kapacitní zajištěnosti.....	31

5.1	Pracovní náplň pracovníka obslužných vozidel .....	31
5.2	Obsluhovaná oblast pobočky Mošnov .....	32
5.3	Analýza vývoje počtu zásilek a hmotnosti v letech 2016-2018 .....	33
5.4	Vybrané klíčové ukazatele výkonnosti (KPI) .....	35
5.5	Odhad růstu počtu a váhy zásilek v roce 2019 .....	36
5.6	Analýza současného stavu rozvozových tras oblasti Ostrava .....	38
5.6.1	Specifika rozvozových míst z oblasti Ostrava dle PSČ .....	39
5.6.2	Rozvozové trasy 2018 .....	40
5.6.3	Plnění KPI a dalších ukazatelů na analyzovaných trasách .....	43
5.7	Shrnutí poznatků z provedené analýzy .....	48
6	Návrh řešení analyzované situace .....	49
6.1	Dekompozice tras .....	49
6.2	Vyhledání minimální Hamiltonovy kružnice .....	52
6.3	Výsledné optimalizované trasy .....	54
6.4	Shrnutí dosaženého řešení .....	59
7	Závěr .....	62
	Seznam použité literatury .....	64
	Seznam zkratk .....	67
	Prohlášení o využití výsledků diplomové práce	
	Seznam příloh	
	Přílohy	



# 1 Úvod

V dnešním světě plném otevřených možností, kdy je figurování společností v zahraničí ať už obchodem nebo výrobou nedílnou součástí mnoha z nich, hraje přeprava velmi důležitou roli. S otevřenou ekonomikou cizích zemí se firmám otevírají dveře k nepokrytým nebo neprozkoumaným trhům, které nesou příslib ekonomického zisku.

Při pohybu firem na zahraničních trzích může spolehlivá přeprava zajistit konkurenční výhodu a stát se klíčovým faktorem úspěchu. A tak společně s růstem významu přepravy, rostou také nároky na její poskytování. Už dávno není pravidlem, že by se zákazníci orientovali pouze na cenu. Primárně se dostává do popředí především spolehlivost, rychlost dodání a další servis, který může mít podobu např. doprovodných služeb. Tady je možné vysledovat vzrůstající význam a oblibu expresních přepravních služeb.

Tato práce je řešena v prostředí jednoho z nejvýznamnějších celosvětových poskytovatelů expresních služeb, firmy DHL Express. Narůstající potřeba rychlé přepravy naráží na problém kapacitního omezení dopravních prostředků, které je potřeba plánovat s předstihem a zajistit tím jejich dostatečnou kapacitu.

Cílem práce je zaručit, že ve spádové oblasti Ostrava, budou v roce 2019 zajištěny dostatečné přepravní kapacity rozvozových vozidel. Budou analyzována data z tříletého období, na základě kterých bude odhadnut meziroční růst počtu a objemu zásilek pro rok 2019. Dle dosažených výsledků bude navržen další postup k organizaci rozvozových tras. Navazujícím dílčím cílem je optimalizovat stávající trasy, aby došlo k minimalizaci ujeté vzdálenosti a tím i úspoře času a nákladů.

V první části práce bude uvedena základní charakteristika společnosti a teoretická východiska pro poskytování expresních služeb přepravy.

V následující části práce bude nastíněno, jakým způsobem budou sesbírána data. Poté bude provedena analýza stavu současných rozvozových tras. Rovněž budou analyzována data o objemu a počtu zásilek přepravovaných ostravskou pobočkou za poslední tři roční období, tj. 2016-2018. Na základě toho, bude odhadnut vývoj pro rok 2019.

Výstupem práce bude návrh rozdělení rozvozových tras, aby kapacitně pokrývaly požadavky zákazníků, následované jejich optimalizací za pomoci vhodné metody matematického programování. Dosažené výsledky budou porovnány s aktuálním stavem.

## **2 Charakteristika společnosti poskytující logistické služby**

V této kapitole je představena společnost DHL. Je zde uveden vznik společnosti, její některé důležité milníky v historii, marketingový mix a Porterova analýza.

### **2.1 O společnosti**

Společnost DHL Express je nadnárodní logistickou společností zabývající se expresní přepravou zásilek po celém světě a je součástí německého koncernu Deutsche Post DHL Group.

V roce 1969 byla v USA založena společnost DHL, která nese název dle počátečních písmen příjmení zakladatelů, kterými byli Andrian Dalsey, Larry Hillblom a Robert Lynn. Jejich obchodní plán byl založen na tom, že letecky převáželi dokumenty mezi nákladními přístavy. To umožnilo zahájení celního řízení lodního nákladu před jeho samotným příjezdem, což výrazně snížilo dobu, kterou lodě musely strávit v přístavech (DHL Express, 2018).

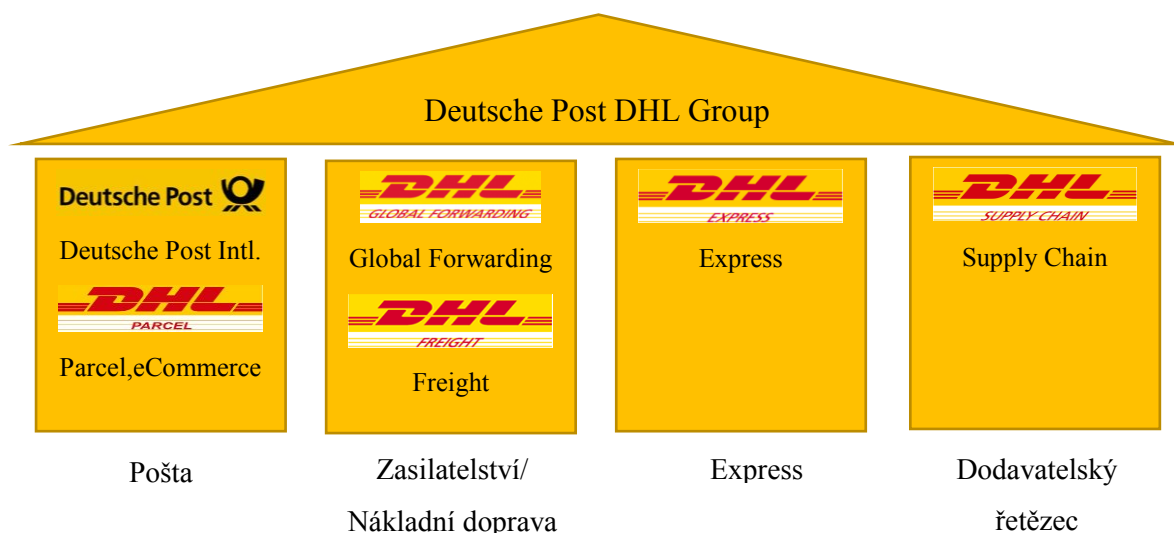
V roce 2002 dovršila německá společnost Deutsche Post DHL Group akvizici DHL, která započala již v roce 1998, a stala se tak jejím sto procentním vlastníkem. Dnes DHL obsluhuje více než 220 zemí a teritorií pro více než 2,5 milionu zákazníků, provozuje 3 globální překladiště a zaměstnává více než 90 000 lidí (DHL Express, 2018).

Na československý trh vstoupila DHL prostřednictvím místního přepravce již v roce 1986 jako první expresní kurýrní služba. Svou první vlastní pobočku založila v roce 1991 v Praze. O dva roky později, v roce 1993, otevírá také pobočku na letišti v Mošnově na Ostravsku (DHL Express, 2018).

V roce 2003 se společnost DHL International sloučila na českém trhu se společností DANZAS, čímž vznikly dvě nové společnosti. První z nich je DHL Express (Czech Republic), s.r.o., ta zastřešuje dvě divize, se společným IČO. Jsou jimi DHL Express a DHL Freight. Druhou společností je DHL Logistics (Czech Republic), s.r.o., ta je zastoupena divizemi DHL Global Forwarding a DHL Supply Chain (DHL Express, 2018). V roce 2006 byla na českém trhu uskutečněna akvizice společnosti PPL a ta se tak stala součástí firem DHL (DHL Express, 2018).

## 2.2 Struktura společnosti

Společnost DPDHLG zastřešuje několik divizí, které se zaměřují na různé segmenty zákazníků. Strukturu celé společnosti je možné vidět na obrázku 2.1.



Obrázek 2.1: Struktura společnosti DPDHLG

Zdroj: DHL Express, 2018, upraveno autorem

- **Deutsche Post International** – Německá poštovní služba zajišťuje služby poštovní distribuce a mezinárodní obchodní korespondence, přímých marketingových kampaní a lehkých předmětů.
- **DHL Parcel** – Nabízí standardní mezinárodní a vnitrostátní balíkové služby pro firemní zákazníky i spotřebitele. Služba eCommerce, je specializovaná pro firemní zákazníky z online prostředí tedy e-shopy.
- **DHL Global Forwarding** – Je odborníkem na globální leteckou, námořní a pozemní přepravu. Specializuje se na přepravu nadrozměrných nákladů a industriálních celků.
- **DHL Freight** – Divize zajišťuje pozemní dopravu v rámci Evropy za pomoci sběrné přepravy, nákladu celého kamionu nebo jeho části.
- **DHL Express** – Poskytoval služeb v oblasti expresních přeprav zásilek a dokumentů především pro firemní zákazníky.
- **DHL Supply Chain** – Zajistí konkurenční výhodu prostřednictvím zakázkových řešení celého dodavatelsko-odběratelského řetězce, která jsou založena na

globálně standardizovaných složkách a odborných sektorových znalostech. (DHL Express, 2018)

## **2.3 Obchodní strategie**

Společnost Deutsche Post DHL Group stanovuje pravidelně v pětiletých intervalech globální strategický plán rozvoje pro své divize. Současný plán probíhá od roku 2016 do roku 2020 a je nazván „Strategy 2020 Focus. Connect. Grow.“ Tato strategie je rozdělena do tří pilířů a plynule navazuje na strategii z předešlého období, která nesla název Strategy 2015.

Úkolem strategie Focus je soustředit se na to, co firmu udělalo úspěšnou. Jádrem obchodu je a nadále i zůstane poskytování logistických a poštovních služeb, proto je cílem strategie dosáhnout toho, aby 85% příjmů pocházelo z této hlavní obchodní činnosti, prostřednictvím rozvoje infrastruktury a zastoupení na rostoucích trzích. Touto strategií jsou také rozvíjeny cíle ze Strategy 2015, kterými jsou: být preferovaným zaměstnavatelem, preferovaným poskytovatelem, preferovanou investicí a prostřednictvím programu firemní odpovědnosti přispívat k budování lepšího světa.

Pilíř Connect se opírá o potenciál, který vyplývá z výměny know-how, odbornosti a talentu v dané společnosti. Tato dílčí strategie je určena několika konkrétním oblastem, ve kterých budou zaměstnanci úzce spolupracovat ke zlepšení kvality služeb a zajištění spokojenosti. Iniciativou této strategie je zpřístupnění certifikovaného programu školení pro celou společnost. Ta tak poskytuje odborné školení pro všechny zaměstnance, kteří si osvojují dovednosti a znalosti k tomu, aby byli úspěšní ve své práci. Dále dochází k těsnější spolupráci mezi divizemi prostřednictvím sdílení osvědčených postupů.

Poslední pilířem je Grow. Ten zastřešuje pokračování expanze na rostoucích trzích a segmentech, zvláště na vznikajících trzích a světových trzích internetového obchodu tzv. e-commerce. Toho bude dosaženo přispěním osvědčené strategie divize Parcel, která díky svému know-how získala na německém trhu majoritní podíl. Tuto strategii chce společnost aplikovat v dalších regionech, kde hodlá využít příležitosti na vnitrostátním trhu přepravy balíků a na selektivně vybraných světových trzích, se zaměřením na rozvojové trhy pro služby e-commerce. Cílem společnosti je být na těchto trzích jedním z 3 největších poskytovatelů. V nejatraktivnějších mezinárodních obchodních oblastech se také bude snažit uvést jako přední

poskytovatel přeshraničních služeb pro e-commerce. Dalším z cílů je, aby do roku 2020, 30% příjmů pocházelo z rozvíjejících se trhů (DPDHLG, 2014).

## **2.4 Marketingový mix společnosti**

Obsahem této podkapitoly je marketingový mix služby expresní přepravy společnosti DHL Express, který zahrnuje produkt, cenu, distribuci a marketingovou komunikaci.

### **2.4.1 Produkt**

Produktem společnosti DHL Express je služba, která probíhá ve formě expresní přepravy zboží. Váhový limit pro přepravu je 300 kg na jeden kus a 1000 kg na zásilku. Přepravované zboží můžeme dělit dle velikosti do tří skupin:

- a) **Dokumentové zásilky** – jedná se o velmi lehké a snadno manipulovatelné zásilky bez komerční hodnoty, tyto zásilky tedy nepodléhají celnímu řízení v zemi určení. Tyto zásilky reprezentují dopravu „ze stolu na stůl“.
- b) **Balíkové zásilky** – tyto zásilky jsou především kartonové krabice, ale i jinak balené zboží různých rozměrů, jsou omezeny váhou i volumetrickou hmotností, a proto je po překročení limitů váhových či rozměrových vhodné zásilku paletizovat. Tyto zásilky jsou klasickým příkladem servisu „od dveří ke dveřím“.
- c) **Paletové zásilky** – ani v expresní přepravě nejsou paletové zásilky výjimkou. Ze strany DHL jsou tyto zásilky také omezené jak váhou, tak rozměry, s ohledem k manipulovatelnosti a ložné ploše přepravních prostředků.

### **Produktové portfolio**

DHL Express nabízí tři základní produkty mezinárodní přepravy, které se dělí dle dalších preferencí na služby typu:

- a) **Same Day** – Služba, ve které je nabízeno vyzvednutí a doručení zásilky v nejkratším možném termínu. Je určena pro časově velmi citlivé zásilky:
  - a. Same Day Jetline – přeprava nejbližším leteckým spojem,
  - b. Same Day Sprintline – pozemní přeprava osobním kurýrem.

- b) Time Definite** – Služba pro mezinárodní přepravu zásilek „ze stolu na stůl“ do určitého času (do 9:00/10:30/12:00) nebo do konce následujícího pracovního dne. Na tyto zásilky se vztahuje záruka vrácení peněz při nedodržení doručení do zvoleného časového období. Jednotlivé produkty služby Time Definite jsou následující:
- a. DHL Express 9:00,
  - b. DHL Express 10:30,
  - c. DHL Express 12:00,
  - d. DHL Express Worldwide.
- c) Day Definite** – Pozemní typ přepravy, který je využíván pro doručení do určitého dne pro méně urgentní a těžší zásilky:
- a. DHL Economy Select.

Kromě mezinárodních přeprav zahrnuje nabídka i vnitrostátní expresní přepravu, která je nazvána Domestic. Ta je rozdělena podobně jako mezinárodní přeprava na Same Day (Sprintline) a Time Definite (Express 9:00, Express 12:00, Express Domestic).

Mimo přepravní služby nabízí DHL Express ještě řadu doplňkových služeb, u kterých si zákazník může sám zvolit, zda jich využije. Patří zde celní služby, pojištění zásilek, balení zásilek, sobotní doručení a jiné nestandardní požadavky pro vyzvednutí či doručení zásilek. Poslední z volitelných doplňků je služba GOGREEN, která je poskytována zákazníkům, kteří si přejí kompenzovat využití přepravy prostřednictvím reálných opatření k ochraně životního prostředí.

#### **2.4.2 Cena**

Cena jednotlivých přeprav se různí dle požadovaného produktu, váhy a destinace. Váha zásilky se počítá dle skutečné váhy nebo váhy volumetrické a rozhodující pro výpočet přepravného je váha, která je vyšší. Vzorec pro výpočet volumetrické váhy (DHL Express, 2019):

$$Volumetrická\ hmotnost = \frac{Délka \cdot Šířka \cdot Výška}{5000} [cm] \quad (2.1)$$

K představě cenových relací jsou uvedeny vybrané typy zásilek za službu DHL Express Worldwide pro export v tabulce 2.1. Stejně tak jsou zde vybrány některé tarifní zóny. Ceny jsou uvedeny z ceníku Public bez dodatečných služeb a příplatků.

Tarif označuje tarifní zóny dle vzdáleností zemí. Pod číselným označením tarifní zóny jsou např. tyto země:

- 1 – Německo, Maďarsko, Slovensko, Rakousko, Polsko,
- 2 – Velká Británie, Nizozemsko, Itálie, Francie, Irsko,
- 3 – Slovinsko, Finsko, Bulharsko, Kypr, Dánsko,
- 4 – Bosna a Hercegovina, Norsko, Švýcarsko, Lichtenštejnsko, San Marino,
- 5 – Turecko, Ukrajina, Rusko, Island, Izrael,
- 6 – Mexiko, USA, Kanada,
- 7 – Indonésie, Tchaj-wan, Japonsko, Thajsko, Hongkong,
- 8 – Vietnam, Čína, Austrálie, Arménie, Indie,
- 9 – Nový Zéland, Zimbabwe, Venezuela, Saudská Arábie, Pákistán.

Tabulka 2.1: Ukázka cen přepravného dle váhy a tarifních zón

Typ zásilky/Tarif	1	3	5	7	9
<b>Dokumenty 1 kg</b>	2 575 Kč	3 284 Kč	3 665 Kč	3 815 Kč	5 534 Kč
<b>Zboží 10 kg</b>	6 509 Kč	9 513 Kč	12 912 Kč	14 396 Kč	22 327 Kč
<b>Zboží 35 kg</b>	12 319 Kč	19 728 Kč	27 782 Kč	30 246 Kč	48 002 Kč
<b>Zboží 100 Kg</b>	26 089 Kč	44 893 Kč	67 532 Kč	71 816 Kč	112 097 Kč

Zdroj: DHL Express, 2019

### 2.4.3 Distribuce

Vzhledem k tomu, že distribuce zásilek probíhá na nadnárodní úrovni, je tento proces rozdělen na dílčí procesy, aby byl co nejsrozumitelnější.

### Mezinárodní proces

Distribuční síť společnosti DHL Express je, mezi jednotlivými překladišti lokálního významu (tj. vstupní/výstupní či importní/exportní brána dané oblasti, dále jen GTW) a interkontinentálními uzly (huby), tvořena leteckými a pozemními spoji. Podstatou této sítě



GTW jsou lokalizovány tak, aby co nejefektivněji zajišťovaly pozemní distribuci pro servisní centra v dané oblasti. Hlavním úkolem GTW je zpracování a třídění zásilek tak, aby se každá z nich při importu dostala do správného servisního centra a při exportu aby byla vyexpedována do mezinárodní distribuční sítě. V České republice má DHL Express tři GTW, jak je možné vidět na obrázku 2.2. Ostravská GTW je jediná v republice, kde je přeprava zajišťována i leteckým spojem. Zajištění spojů v českých GTWs je uvedeno v příloze č. 1.

● Servisní centra  
● GTW & Servisní centra

## Exportní proces

13

Zásilky jsou roztrženy na zásilky do třetích zemí, které podléhají celnímu řízení, a na zásilky, které jsou vyváženy do zemí Evropské unie, které mohou být rovnou předány k nakládce. Všechny zásilky jsou ještě datově ošetřeny (např. dochází k převažování a přeměření) a také zkontrolovány kvůli bezpečnosti letecké přepravy. Po dokumentovém odbavení zásilek, které směřují mimo EU, jsou tyto zásilky zpracovány v celním systému a taktéž předány k nakládce.

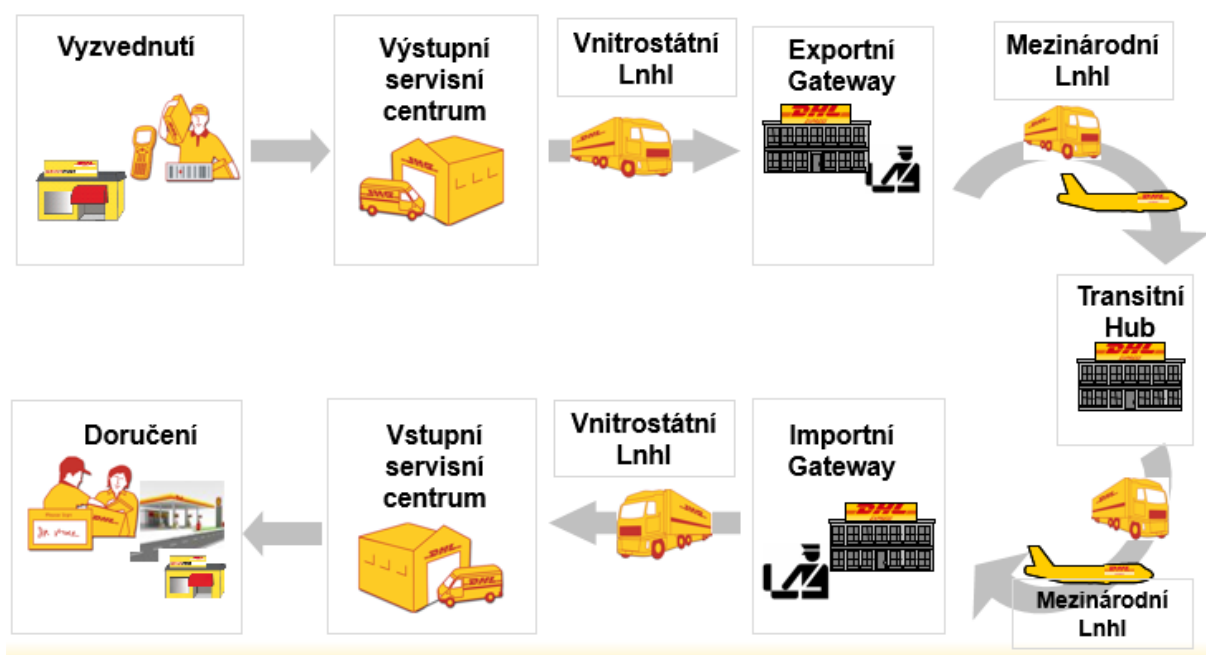
Poté jsou z GTW přepraveny mezinárodním spojem do tranzitního překladiště, kde dochází k opětovnému třídění, aby se zásilky dostaly do cílových destinací.

### **Importní proces**

Při importním procesu je po příjezdu mezinárodního spoje materiál vyložen ve skladové hale. Po této manipulaci jsou zásilky skenovány a tříděny na zásilky z třetích zemí, unijní a dokumentové.

Zásilky z třetích zemí jsou evidovány v celním systému, který je propojen se skladovými systémy. Dokud nejsou zásilky procleny, nesmí s nimi být dále manipulováno. Zásilky, které se v den příjezdu nestihnou propustit z celního řízení, jsou zadrženy v dočasném celním skladu. Odkud jsou po ukončení celního řízení postupně uvolňovány.

Ostatní zásilky a zásilky uvolněné z celního řízení jsou tříděny na jednotlivá servisní centra a následně nakládány do domestikovaných spojů (linehaulů). Pokud se jedná o GTW spojenou se servisním centrem, je vytříděný materiál po válečkové trati rozdělen přímo dle rozvozových tras do kurýrních automobilů. Celý importní i exportní proces je znázorněn na obrázku 2.3.



Obrázek 2.3: Proces distribuce zásilek  
Zdroj: DHL Express, 2018, upraveno autorem

#### 2.4.4 Marketingová komunikace

DHL Express svou marketingovou komunikací cílí na zákazníky B2B trhu. Komunikace tak probíhá především přes obchodní oddělení prostřednictvím osobní nebo emailové komunikace. Zákazníky informuje o probíhajících soutěžích, chystaných akcích apod. V současné době DHL svou komunikaci soustřeďuje zejména na zákazníky z oboru e-commerce.

Pro oslovení široké veřejnosti využívá DHL Express partnerství s pořadateli velkého množství sportovních nebo kulturních akcí, mezi které patří např. Formule 1, MOTO GP, Red Bull Air Race atd. Také podporuje sportovní týmy, jako jsou Manchester United, FC Bayern München nebo český fotbalový klub Viktoria Plzeň. V ČR se DHL dále zapojuje v rámci filmového festivalu v Karlových Varech, filmového festivalu ve Zlíně nebo v MOTO Grand Prix Brno. (DHL Express, 2018).

#### 2.5 Porterova analýza pěti konkurenčních sil

V následující podkapitole je uvedena analýza mezoprostředí pomocí Porterovy analýzy pěti konkurenčních sil, kterými jsou vyjednávací síla zákazníků, vyjednávací síla dodavatelů, hrozba ze strany substitutů, hrozba nové konkurence a hrozba stávající konkurence.

#### **a) Vyjednávací síla zákazníků**

V ČR má na trhu DHL Express dominantní postavení (DHL Express, 2018). Svou nabídkou služeb a spolehlivostí dodávek se firmě podařilo získat širokou základnu loajálních zákazníků na B2B i B2C trhu. Nicméně pro zákazníky není nákladné si pro jednotlivé přepravy svého přepravce vybírat, a tak se často stává, že na úkor ceny mají tendenci přepravce střídat. Podniky se ve většině případů ani netají, že spolupracují i s dalšími přepravními firmami.

Společnost DHL Express se snaží své zákazníky diferencovat do různých úrovní, kde se jim věnují jednotlivá obchodní oddělení tak, aby business nebyl založen jen na několika klíčových zákaznících, ale také na velkém počtu i těch nejmenších.

Mezi nejvýznamnější zákazníky patří podniky vyrábějící počítačové komponenty, letadlové komponenty, automobilové díly, elektroniku, průmyslové zboží. Konkrétní názvy odběratelů není možné specifikovat.

B2B zákazníci dominují zákaznickému portfoliu. Nelze však nezmínit, že podíl zásilek doručených na soukromé adresy neustále narůstá. C2C nabízí jistý potenciál, firma se ale o tento segment příliš obchodně ani marketingově neuchází, protože se specializuje, tak jako ostatní poskytovatelé expresních služeb, na stálou firemní klientelu (Cempírek, 2012).

#### **b) Vyjednávací síla dodavatelů**

Dodavatelé společnosti DHL Express jsou v první řadě smluvní třetí strany, které zajišťují přepravu zásilek na určitých trasách buďto na denní bázi nebo především při výkyvech v objemech, které se objevují např. po českých státních svátcích 5. 7. a 6. 7., kdy je nutné zajistit tzv. ad-hoc rozvoz. Společnost DHL má s dopravci uzavřené smlouvy, které je zavazují k dodržení daných podmínek (včasné přistavení vozu atd.) pod pohrůžkou vysokých smluvních pokut a vypovězení smlouvy. Případné ad-hoc přepravy se pokud možno řeší s dostatečným předstihem, bohužel ve výjimečných případech je nutné aplikovat i operativní řešení. Nicméně riziko v této oblasti lze považovat za minimální i z hlediska rozložení rizika na více dodavatelů.

Dalšími dodavateli jsou prodejci kancelářských potřeb a obalových materiálů. Konkurence na takových trzích je vysoká. Pro DHL Express není těžké dodavatele změnit, pokud u konkurence najde lepší nabídku. Avšak přesto DHL Express spíše dbá na rozvíjení a zlepšování vztahů se svými dodavateli a preferuje dlouhodobou spolupráci.

V současnosti dodávku obalových materiálů poskytuje firma z Číny díky nejnížší cenové nabídce.

#### **c) Substituty**

Substitutem expresní přepravy je jakákoliv jiná přeprava. Ohrožení expresní přepravy ze strany substitutů lze pokládat za velmi nízké.

#### **d) Konkurence uvnitř odvětví**

Společnost DHL čelí poměrně intenzivní konkurenci ze strany poskytovatelů expresních přepravních služeb, kterými jsou FedEx, UPS a TNT. Mimo tyto hlavní konkurenty existuje značný počet dalších kurýrních a expresních firem, které ale s ohledem na jejich distribuční síť a obrat vystupují pouze na národní úrovni.

V roce 2016 dokončila americká firma FedEx akvizici nizozemské společnosti TNT Express. O tuto akvizici původně usilovala americká společnost UPS, ale tyto snahy byly zastaveny antimonopolním úřadem.

Tímto si společnost FedEx upevnila postavení na evropském trhu a stala se evropskou dvojkou, přeskočila konkurenta UPS, který je na 3. místě. V popředí se stále drží společnost DHL Express (Novotný, 2015).

Firmy si konkurují především v cenové nabídce a rychlosti dodání. Společnost DHL Express považuje svou službu za prémiový produkt, a tak se snaží vyhnout cenovým válkám s konkurenty. Pro zákazníka je velmi lehké zaměnit nebo střídát různé přepravce, proto je důležité stavět na základně loajálních zákazníků.

V konkurenčním prostředí poskytovatelů expresních přepravních služeb je důležitým faktorem zavádění nových služeb, které se přizpůsobují potřebám zákazníků a vylepšování služeb v oblasti informačních technologií (globalizace, automatizace, robotizace aj.). Např.

v návaznosti na rozšíření internetových obchodů, přicházejí všichni poskytovatelé s doprovodnou nabídkou služeb k přepravě, je to např. poskytnutí obalového materiálu, celní služby apod. Konkrétně firmy UPS a TNT se v dubnu 2019 datově napojily na společnost pro sdružování přepravních služeb Balikobot.cz. Jedná se o společnost, která sama o sobě nenabízí službu přepravy, avšak nabízí technologie pro automatickou expedici, tisk štítků a sledování zásilek. Odesílatelům zajišťuje automatickou expedici zásilek a přímé napojení do 22 přepravních služeb (Pat, 2019).

Z hlediska samotného poskytování služeb je na dopravce vyvíjen tlak zejména v přesnosti doručení, kde je vyžadován vysoký stupeň spolehlivosti, standardem se stalo poskytování sledování zásilek tzv. online tracking. Nejen z tohoto důvodu všichni zmínění dopravci nabízejí možnost sledování polohy a stavu zásilky, zákazníci tak okamžitě vědí, co se děje se zásilkou v reálném čase.

#### **e) Potenciální nová konkurence**

Přestože trh expresních leteckých přeprav zaznamenává v posledních letech růst a zvyšující se poptávku po této službě (W4T.cz, 2018), je nepravděpodobné, že by se na trhu objevil nový konkurent, který by byl schopný prosadit se vůči globálním firmám.

Společnost DHL Express je dobře zavedená značka na trhu expresních přeprav, která disponuje globální sítí překladišť, sběrných center, vlastními pozemními i leteckými prostředky. Díky základně firemních zákazníků, kteří pravidelně posílají zásilky po celém světě, dosahuje úspor z rozsahu za pomoci strategicky rozmístěných distribučních center.

Pro nového konkurenta by bylo velmi obtížné a finančně velmi nákladné dosáhnout takového pokrytí, stejně jako by bylo velmi těžké překonat důvěru ve značku. Nutno zmínit také omezení, které se vztahují k přepravovaným komoditám – nebezpečné zboží apod. Mnohem častěji dochází spíše k integraci nebo převzetí stávajících firem.

### 3 Teoretická východiska v oblasti logistických služeb

V následující kapitole jsou uvedena východiska k poskytování přepravních služeb se zaměřením na kurýrní služby, logistické technologie a trendy. Jsou zde definovány základní pojmy z dopravní sítě, které plynule přecházejí v metodiku, kterou je problém obchodního cestujícího. Současně je v této kapitole nastíněn model p-medián, který slouží k dekompozici tras a také popsán matematický model k vyhledání minimální Hamiltonovy kružnice aplikovaný k vyhledání optimální trasy.

#### 3.1 Vymezení dopravy, přepravy a zasilatelství

Jako doprava je definován proces pohybu dopravních prostředků po dopravní cestě. Dopravcem se rozumí provozovatel dopravy nebo dopravních prostředků, který je většinou i vlastníkem těchto prostředků, ale může být jen jejich nájemcem. Realizuje dopravní službu (Macurová, 2018; Svatoš, 2009).

Přepravní služby jsou definovány jako souhrn činností, které mají souvislost s procesem přemísťování hmotného zboží, to zahrnuje i samotné přemístění neboli dopravní službu. Přeprava tak pokrývá všechny aktivity, které zahrnují samotný dopravní proces, ale také službu související s tímto procesem, např. nákladka, výkladka zboží, zprostředkování pojištění, vyřízení celních formalit apod. (Novák, 2011).

Zákazníkem dopravce (případně zasilatele) je přepravce, ten nejčastěji figuruje jako příjemce nebo odesílatel. Je spotřebitelem dopravní nebo přepravní služby (Novák, 2011).

Zasílatelské služby jsou komplexem činností zasilatele, vztahující se k hmotnému zboží, zastřešují obstarání dopravních a přepravních úkonů (Novák, 2011). Zásílatel nakupuje dopravní služby od různých dopravců, případně dopravní prostředky vlastní (Lambert, 2000). Zavazuje se příkazci (přepravci) zajistit vlastním jménem a na jeho účet přepravu zásilky z určitého místa do místa jiného, případně i zajistit nebo provést úkony související s přepravou např. zabalení zásilky, provedení celních úkonů, označení zásilky apod. Samotné zajištění přepravy nemusí být tedy výhradním úkonem zasilatele, postačující je i to, pokud zasilatel obstará nebo provede úkony související s přepravou. Příkazce se zavazuje za tyto služby zaplatit zasilateli odměnu (Sedláček, 2017).

### **3.2 Kurýrní, expresní a balíkové služby**

Novák (2011, s. 20) definuje kurýrní, expresní a balíkové služby (dále jen KEB) jako „služby, které jsou poskytovány zákazníkům ad hoc anebo ve vazbě na logistický řetězec klientské firmy specializovanými poskytovateli pro sběr, zasílání a doručování zásilek o různé hmotnosti (počínaje dopisními a balíkovými službami) a v různých režimech („ze stolu na stůl“, „z ruky do ruky“ apod.)“. Cempírková (2008) uvádí, že expresní služby jsou využívány v rychle se rozvíjejících oborech (např. IT) a poskytovatelé zde hrají roli stabilního partnera.

Kurýrní služby jsou obdobou poštovního servisu. V porovnání s ním jsou ale rychlejší, využívají jiného způsobu naložení a finální cena je také odlišná. KEB flexibilně reaguje na změnu adresy dodání nebo objem přepravovaného zboží. Pro kurýrní služby je charakteristickým znakem okamžité vyzvednutí a bezodkladná přeprava zásilky adresátovi (Cempírek, 2012).

KEB jsou poměrně mladým odvětvím na trhu dopravy, jsou nabízeny teprve od 60. let minulého století. Od jejich zavedení je provází růst ve všech oblastech – počet zásilek, hmotnost zásilek, tržby, počet pracovníků. Růst je ovlivněn hlavně tím, že poskytovatelé této služby jsou integrátory a logistickými partnery v logistických řetězcích. Integrátorem je označen poskytovatel zajišťující přepravu z domu do domu s použitím různých dopravních prostředků a tras tak, aby splnil zákaznický požadavek. Logistický partner zajišťuje mimo přepravy také skladování a další dodatečné úkoly (Cempírková, 2008).

Jak uvádí Novák (2011), kurýrní služby se časem oddělily od sběrných služeb, u kterých je základem svoz kusových zásilek od různých odesílatelů nacházejících se v tzv. sběrném (atrakčním) obvodu do tzv. sběrných center. Kurýrní služba se zabývá přepravou, respektive sběrem, zasíláním a doručováním malých kusových (někdy ale také i paletových) zásilek na bázi „z domu do domu“ aj. Zásilky se sdružují do celovozových (celokamionových či celoletadlových) na hlavních přepravních úsecích. Celovozové silniční přepravy mezi překladišti nebo depy jsou označovány jako Linehaul. Doba dodání je nejčastěji dána maximální časovou hranicí určenou na základě vzdálenostního pásma.

Poskytovatelé těchto služeb jsou subjekty specializující se na místní, národní, mezinárodní nebo mezikontinentální expresní doručování menších kusových zásilek, včetně poskytování doprovodných služeb. Novák (2011) poukazuje na to, že na mezinárodní úrovni je



samozřejmostí využití centrálních překladišť tzv. Hubs, různých typů čárových kódů, čtecích a třídících linek nebo automatů, rentgenů, vah, laserových zařízení pro kontrolu rozměrů zásilek atd. Rovněž tito poskytovatelé disponují výkonnými komunikačními systémy a zejména ke svozům a rozvozům využívají řadu úzce spolupracujících dopravců.

Cempírek (2012) tvrdí, že rozvoj KEB je ovlivňován obchodními vztahy na trhu B2B, B2C a případně i C2C. Na trhu B2B je kladen větší důraz na logistiku a provedení samotného obchodu oproti trhu B2C, kde je prioritní získání zákazníka. B2C označuje obchodní vztahy mezi podnikatelskými subjekty a koncovými zákazníky, které jsou realizovány webovými aplikacemi, internetovými obchody apod., také označované jako e-commerce. C2C je dalším z modelů elektronického obchodování, kdy obchodní vztah probíhá mezi dvěma spotřebiteli, příkladem tohoto modelu jsou online burzy, aukce a jiné výměny zboží.

KEB a internetová tržiště se vzájemně ovlivňují, podporují a rozvíjí. Internetová tržiště vytvářejí online globální trhy, jejichž náklady na provoz jsou zlomkem nákladů klasických kamenných obchodů. Dostupnost internetových sítí tvoří dokonalý předpoklad pro vzrůstající počet kupujících i prodávajících nehledě na zeměpisnou vzdálenost. Internet disponuje řadou konkurenčních výhod, mezi kterými je možné zmínit vyloučení prostředníků v prodejním řetězci, okamžité poskytnutí aktuálních informací zákazníkům o nabízeném produktu, vznik globálního trhu se zákazníky z celého světa, možnost snížení cen skrze snížení transakčních nákladů, přístup 24 hodin denně (Zákorová, 2011).

### **3.3 Logistický a distribuční systém**

Logistický systém označuje soustavu na sebe navazujících informačních, výrobních a dopravních činností, které dlouží k zabezpečení potřeb zákazníků v daném místě a čase ze zdrojů a surovin, informací a pracovního potenciálu, jejichž využíváním je možné tyto potřeby uspokojit (Janáček, 2006).

Janáček (2006) definuje distribuční systém jako typ dopravního systému zabezpečující přepravu zboží z jednoho nebo několika primárních zdrojů k zákazníkům. Může se jednat o přepravu přímou nebo o přepravu s překládkou v některých místech, která se všeobecně nazývají terminály.

Janáček (2006) uvádí, že toky v distribučním systému mohou být popsány svými intenzitami, tedy množstvím přepravovaných jednotek zboží za zvolenou časovou jednotku, např. přepravované množství za rok. Toky v distribučním systému jsou zajišťovány pomocí dopravních prostředků, což způsobuje, že je zboží přepravováno v dávkách. Kapacita dávky je tak omezena kapacitou dopravního prostředku, kterým může být letadlo, vlak, nákladní automobil aj.

Dopravní park je konečnou množinou dopravních prostředků, které lze dále charakterizovat a je nutné u nich znát (Janáček, 2006):

- kapacitu,
  - nosnost,
  - velikost ložného prostoru,
- průměrné náklady na ujetí 1 km,
- náklady na hodinový prostoj,
- průměrnou rychlost a další.

### **3.4 Logistické trendy v dopravě**

Expresní doprava není vzhledem ke své povaze rychlého dodání moc ohleduplná k životnímu prostředí. Nicméně právě proto se jí dotýká trend, který se nazývá green logistics neboli zelená logistika.

Jurová (2016) uvádí, že jádrem tohoto trendu je snižování emisí, environmentální zátěže formou zavedení alternativních či hybridních technologií pro interní i externí přepravu (pohon CNG). Dále tvrdí, že přibližně čtvrtina všech emisí ze silniční dopravy a zhruba 5% celkových emisí skleníkových plynů představují emise nákladních vozidel.

Z tohoto důvodu usiluje Evropská komise prostřednictvím různých opatření (podpora použití alternativních paliv, daňové úpravy atd.) o naplnění dlouhodobé strategie snížení emisí CO<sub>2</sub> v období 2020-2050.

Společnost DHL Express na toto navazuje svou strategií, kdy učinila závazek, že do roku 2025 bude 50% všech jejich vozidel elektricky poháněno. A do roku 2050 budou jejich emise nulové (DPDHLG, 2017).

### **3.5 Logistické technologie**

Logistické technologie vznikly na základě problému, kdy bylo nutné řešit obsluhu oblastí, které inklinovaly k hospodářskému centru, a problému, kdy bylo nutné řešit obsluhu velkých měst, ve kterých se objevuje řada restrikcí pro rozvoj dopravních systémů (Svoboda, 2006).

#### **3.5.1 Hub and Spoke**

Technologie Hub and Spoke je využívána při dopravě zásilek na velkou vzdálenost, kdy jsou jednotlivé zásilky konsolidovány na jeden dopravní prostředek s velkou kapacitou a poté převáženy na jedno místo, kde jsou tříděny a dále dopravovány k zákazníkovi. Této technologii se využívá především při přepravě mezi kontinenty (Sixta, 2009).

#### **3.5.2 Gateway**

Tato technologie řeší otázku obsluhy měst. Při kapacitních dopravních cestách jsou vybudovány tzv. brány s podobnou funkcí, jakou mají logistická centra. Provádějí konsolidaci a dekonsolidaci zásilek pro zákazníky v dané oblasti. Těchto gateways je rozmístěno po obvodu města více, aby byly zásilky zachyceny z více směrů a nebylo nutné město objíždět nebo tranzitovat (Svoboda, 2006).

Ve větších městech se využívají také dvouúrovňové brány, kdy, jak uvádí Svoboda (2006), první jsou záchytné na obvodu města a druhé obslužné lokalizované na vhodných místech uvnitř města takovým způsobem, aby ze záchytné brány byly dosažitelné dopravním prostředkem s větší kapacitou a uvnitř města mohla být prováděna vlastní obsluha zákazníka.

### **3.6 Dopravní síť**

Problematika dopravních sítí spadá do oboru teorie dopravních systémů, jež Pastor (2007, s. 19) definuje takto: „Teorie dopravních systému je samostatný vědní obor, který se zabývá vytvářením, zpracováním a aplikací matematických modelů dopravních systémů a jejich částí.“

Předmětem teorie dopravních systémů je zkoumání zákonitosti pohybu v definovaném prostředí (Pastor, 2007). Prostředí je konečnou množinou vrcholů a hran, které spolu vytvářejí dopravní síť, přičemž každá hrana má danou propustnost a délku a je také spojnici dvou

vrcholů. Prvky, které se pohybují mezi vrcholy, nazýváme elementy (Černý, 1991; Novák, 2011).

Spojnice jednotlivých vrcholů označujeme jako trasy nebo hrany. Ty ve skutečnosti představují fyzické dopravní cesty a lze je interpretovat jako hrany orientovaného ohodnoceného grafu, tzn., že jimi lze cestovat pouze v příslušném směru. Hrany grafu ale mohou být také neorientované a pomyslně jimi lze cestovat v obou směrech (Pastor, 2007).

Janáček (2006) popisuje některé důležité vlastnosti hran a označuje je jako atributy. Hraně obvykle přiřazujeme identifikační číslo, ale podstatným atributem je identifikační číslo počátečního a koncového uzlu, který hranu jednoznačně určují. Dalším atributem je vzdálenost počátečního a koncového uzlu. Dále je možné uvést atributy maximální hmotnosti dopravního prostředku, který může úsekem projet, maximální rozměr dopravního prostředku (obvykle výška) atd.

Vrchol dopravní sítě plní funkci vstupu elementů do sítě, výstupu elementů ze sítě, shromažďování elementů za účelem tvorby kompletů, tvorbu a rušení kompletů (Pastor, 2007). Nejčastěji představuje sklady, zákazníky, křižovatky aj. Charakteristikou vrcholu může být např. náročnost obsluhy, kde je mj. možné uvést požadavek zákazníka. Základním atributem vrcholu je jeho identifikační číslo, které je mu přiřazeno při vytváření modelu sítě a je jednoznačně spojeno s daným místem. Dalšími atributy může být také název nebo poštovní směrovací číslo, pokud se jedná o vrchol, který odpovídá obci apod. (Jablonský, 2006).

Důležitým pojmem je středisko, které představuje významný vrchol v dopravní síti s určitým posláním (např. depo). Atrakční obvod střediska je tou částí dopravní sítě, pro kterou toto středisko naplňuje své určité poslání (Černý, 1991; Pastor, 2007).

Teorie dopravních systémů pracuje s pojmy a poznatky o dopravě, avšak jak tvrdí Pastor (2007), nebere v úvahu specifické vlastnosti jednotlivých druhů dopravy. Tímto je umožněno zanedbat rozdíly v technických prostředcích a počítat jen společné charakteristiky procesů, které se odehrávají v dopravních sítích.

Dopravní síť je pevnou částí dopravního systému, vyžadujeme od ní, aby byla souvislá. Lze ji zobrazit jako rovinný síťový graf, který je dán množinou vrcholů  $V$ , množinou hran  $H$ , které jsou směrově orientovány, délkou hrany  $d$  a propustností  $p$  (Pastor, 2007; Svoboda, 2006).

### 3.6 Optimalizace dopravních tras

K úspěšnému prodeji výrobků finálním zákazníkům je mimo jiné nutné výrobky také efektivně dopravit do místa spotřeby. Náklady na dopravu tvoří značnou část vynaložených výdajů, proto je nutné věnovat jim zvýšenou pozornost. Tento problém lze řešit aplikací metod matematického programování na modelu dopravních úloh (Gros, 2003).

Jak uvádí Gros (2003), dopravní úloha spočívá v optimalizaci přepravních tras tak, aby byly při rozvozu zboží minimalizovány náklady na přepravu. V dopravních úlohách existují dva základní subjekty, jimiž jsou dodavatelé ( $i = 1, 2, \dots, m$  dodavatelů) a zákazníci ( $j = 1, 2, \dots, n$  zákazníků).

Při návrhu tras obslužných vozidel bývá nejčastějším optimalizačním kritériem ujetá vzdálenost, kterou je žádoucí minimalizovat. Řešení úloh lze rozdělit dva základní typy. První z nich je zaměřená na obsluhu hrany grafu, kde je předmětem řešení nalezení optimálního tahu.

Druhá charakteristická úloha je zaměřena na obsluhu vrcholu grafu, kde je předmětem řešení nalezení optimální cesty. Tento typ odpovídá problematice svozně – rozvozních úloh. Požadavky zákazníka jsou situovány ve vrcholech dopravní sítě. Teoretické východisko k tomuto problému může být úloha obchodního cestujícího (Pomp, 2017).

### 3.7 Úloha obchodního cestujícího

V trasovacích úlohách, které jsou zaměřeny na obsluhu vrcholů, je hledána optimální okružní jízda. Úloha, ze které se vychází, je problém obchodního cestujícího, jinak také nazývaný okružní problém. Cílem této úlohy je nalezení uzavřené okružní cesty s minimální délkou, která obsluhuje všechny vrcholy právě jednou a zároveň končí a začíná v depu. Řešení spočívá v nalezení minimální Hamiltonovy kružnice (Jablonský, 2007).

V úlohách, kde je cílem návrh okružních jízd tak, aby byl minimalizován celkový počet ujetých kilometrů, a současně je žádoucí, aby byl každý zákazník  $j$  obslouženou jedinou

návštěvou vozidla  $r$  a zároveň aby nebyla překročena kapacita obsluhujících vozidel  $C$ , při využití každého z vozidel  $r$  nejvýše jednou. K vyřešení takového problému je možné použít metodu primárního shlukování s využitím matematického modelu  $p$ -medián, pomocí kterého jsou vytvořeny shluky vrcholů, pro které platí, že sečtené požadavky zákazníků v jednotlivých shlucích nepřekročí kapacitu obslužného vozidla (Kozel, 2018).

Druhou dekompoziční metodou je metoda primárního trasování, kdy je nejprve řešena úloha obchodního cestujícího bez ohledu na kapacitu obslužného vozidla a teprve následně je vyhledaná minimální Hamiltonova kružnice dekomponována a jednotlivé okružní jízdy se zohledněním dostupné kapacity obslužného vozidla. Obě metody patří mezi tzv. dekompoziční heuristické metody (Kozel, 2017). Pro tuto práci je zvolena aplikace primárního shlukování.

Formulace modelu  $p$ -medián je následující. Je dána množina zákazníků  $J = 1, \dots, n$  a množina možného umístění středisek  $I = 1, \dots, m$ . Každý ze zákazníků  $j$  z množiny  $J$  určuje svůj požadavek na obsluhu o velikosti  $b_j$ . Každé středisko umístěné v některé lokalitě z množiny  $I$  má kapacitu  $K$ . Maximální počet středisek  $p$  je předem stanovený pro množinu  $I$ . Jak tvrdí Kozel (2018), platí, že součet všech kapacit středisek je větší nebo roven sečteným požadavkům všech zákazníků (3.1).

$$\sum_{j=1}^n b_j \leq K \cdot p \quad (3.1)$$

Následně lze přejít k vyhledání minimální Hamiltonovy kružnice, ke které slouží lineární matematický model, jenž má následující tvar (Janáček, 2003):

$$\text{Min} \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^m \sum_{j=1}^m x_{ij} \cdot d_{ij} \quad (3.2)$$

$$\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^m x_{ij} = 1, \text{ pro } j = 1, \dots, m \quad (3.3)$$

$$\sum_{\substack{k=1 \\ j \neq k}}^m x_{jk} = 1, \text{ pro } j = 1, \dots, m \quad (3.4)$$

$$y_j - y_i + m \cdot x_{ij} \leq m - 1, \text{ pro } i = 2, \dots, m, j = 2, \dots, m, i \neq j \quad (3.5)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \text{ pro } i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, m, i \neq j \quad (3.6)$$

$$y_i \in \mathbb{Z}_0^+, \text{ pro } i = 2, \dots, m \quad (3.7)$$

$$x_{ij} \begin{cases} 1 & \text{hrana bude zařazena do trasy} \\ 0 & \text{hrana nebude zařazena do trasy} \end{cases} \quad (3.8)$$

Podmínka 3.2 vyjadřuje účelovou funkci celkové délky trasy, která je v tomto modelu minimalizovaná. Podmínky 3.3 a 3.4 představují, že do každého vrcholu vstoupí, a zároveň z každého vrcholu vystoupí právě jedna hrana. Podmínka 3.5 vyjadřuje anticyklické podmínky, které zamezují uzavření Hamiltonovy kružnice předtím, než jsou zahrnuty všechny vrcholy. Podmínky ve vzorci 3.6 a 3.7 vymezují definiční obor proměnných  $x_{ij}$  a pomocných proměnných  $y_i$  (Kozel, 2017).

$x_{ij}$  je binární proměnná nabývá hodnot 1 nebo 0, představuje zařazení nebo nezařazení hran  $ij$  do trasy. Pokud leží trasa  $i$  do místa  $j$  na hledané cestě, pak  $x_{ij} = 1$ , pokud ne, pak  $x_{ij} = 0$ . Tento vztah je znázorněn v rovnici 3.8 (Kozel, 2017).

## 4 Metodika sběru dat

V této kapitole je uvedeno, jaká data byla poskytnuta ke zpracování diplomové práce a jaká byla jejich struktura. Jelikož se jedná o interní data společnosti, je zde také charakterizován software, který je ve firmě používán ke sběru a analýze dat.

### 4.1 Sběr dat

Společností DHL Express byla poskytnuta interní data, která byla pro účely této práce přepočítána koeficientem, aby bylo zamezeno úniku citlivých dat. Sběr dat probíhal na mošnovské pobočce společnosti. Manažer této pobočky poskytl ke zpracování závěrečné práce všechna potřebná data z uložení společnosti, kde jsou data archivována a přístup zde mají jen oprávnění uživatelé.

U prvního souboru se jednalo o data seříděná v tabulkovém softwaru Excel. Soubor obsahoval data o objemu a počtu zásilek za poslední tři roky, tj. 2016-2018. Z těchto dat bylo možné vyčíst počet dovozních a vývozních zásilek, celkový počet zásilek, počet kusů, váha a objemová váha, která vychází ze vzorce pro výpočet objemové váhy firmy DHL (2.1). Tato data byla uvedena souhrnně za jednotlivé měsíce v roce.

K analýze rozvozových tras byla dále poskytnuta data z jednoho reprezentativního dne, která pochází z kurýrních skenerů. Tento soubor obsahoval adresy jednotlivých zastávek na kurýrních trasách v oblasti Ostrava, čas předání/vyzvednutí zásilky, GPS souřadnice, váhu zásilek. V souboru nebylo uvedeno, které ze zásilek jsou určeny pro svoz a rozvoz. Pokud se jednalo o zákazníky se servisním oknem nebo o produkt s časově termínovaným doručením, bylo to v tomto souboru uvedeno označením času.

Posledním poskytnutým souborem byla excelovská tabulka s daty k analyzovaným ostravským trasám, kde bylo uvedeno, kolik zásilek bylo denně na 1 trase rozvezeno, kolik km bylo v daný den najeto a jak byly na jednotlivých trasách plněny sledované klíčové ukazatele výkonnosti. To vše za období jednoho týdne.



## **4.2 Software společnosti DHL**

Většina dat je ve společnosti zaznamenávána automaticky, nicméně některá data je stále nutné zadávat manuálně. Společnost DHL Express využívá ke sběru dat a následné analýze mj. i rozvozových tras své nástroje, kterými jsou:

### **a) LRT**

Labor Reporting Tool je softwarový nástroj, který se používá ke sledování provozní produktivity. Poskytuje přehled o výkonu země, oblasti, poboček a jednotlivých tras. Vstupy pro LRT jsou objemy (počet zásilek, kusy, kg, stopy<sup>1</sup>) a hodiny (odpracované hodiny zaměstnanců), které jsou zaznamenávány denně. Vstupy jsou zaznamenávány z části manuálně a částečně probíhá zaznamenávání automaticky přes kurýrní skenery a GPS. Manuální vkládání je zaznamenáváno do formuláře EDC (Příloha č. 2), kde jsou zapisovány přesné údaje času pro přípravu na trasu, čas odjezdu z pobočky apod. Všechna data jsou před odesláním ověřena kurýrem, nadřízeným kurýra a poté i manažerem pobočky.

### **b) Area Planner**

Společnost DHL k navržení rozvozových tras využívá svůj vlastní software Area Planner, pomocí kterého je zpracována analýza současné podoby rozvozových tras.

Vstupní data pro tento software jsou data z GPS, kurýrních skenerů a LRT. Manuálně jsou zde vložena servisní okna zákazníků pro nákladku/výkladku zboží.

Informační systém pracuje s jedním reprezentativním dnem pro 3 různé úrovně objemu – nízký, normální, vysoký. Nízké úrovně objemu se objevují např. v období mezi vánočními svátky, kdy má většina firem celozávodní dovolenou nebo funguje v omezeném provozu. Vysoké objemy jsou generovány např. ve dnech, které následují po státních svátcích, jež jsou uznávány pouze v ČR. Normální objemy převládají po většinu roku mimo zmíněné extrémní případy. Proto je pro účely závěrečné práce zvolena právě úroveň normálních objemů.

---

<sup>1</sup> Stop je zastávka kurýra u zákazníka v jeho svěřené oblasti, tzv. routu nebo trase.

Informační systém na základě souboru s reprezentativním dnem mimo základní statistické ukazatele, jako jsou počty jednotlivých zastávek, počítá i celkovou váhu zásilek nebo vytížení tras.

Area Planner je velmi sofistikovaný software. Při zpracování údajů dokáže sám rozpoznat extrémní hodnoty, se kterými pak nepočítá při tvorbě rozvozových tras (uvíznutí v zácpě, objížděky apod.). Mimo jiné sleduje také stanovené klíčové ukazatele výkonnosti.

## **5 Analýza současného stavu kapacitní zajištěnosti**

V této kapitole je analyzován stav vývoje objemu a počtu zásilek za roky 2016-2018 pro celou pobočku Mošnov. Z těchto dat pak vychází odhad meziročního růstu počtu a váhy zásilek v roce 2019. Očekávaný váhový růst je stěžejní pro návrhovou část zajištění přepravních kapacit. Následná analýza je zaměřena na stav rozvozových tras ke konci roku 2018, která je omezena na oblast Ostravy, protože na těchto trasách je řešena kapacitní zajištěnost v této práci. Na jednotlivých trasách je provedena analýza plnění stanovených KPI, podíl termínovaných zásilek na trasách, celková váha a počet zásilek v daném dnu. Pro potřeby analýzy byla všechna data přepočítána koeficientem, aby bylo zamezeno úniku citlivých dat.

### **5.1 Pracovní náplň pracovníka obslužných vozidel**

Předtím, než budou vyjmenovány sledované KPI, je nutné definovat jednotlivé části náplně práce pracovníka zajišťujícího svoz a rozvoz zásilek. Proces pracovní náplně je možno vidět na obrázku 5.1.

K pre-routovým aktivitám řadíme ranní skupinový briefing s nadřízeným, který probíhá každý pracovní den na pobočce, a třídění zásilek před odjezdem na trasu.

Post-routové aktivity jsou všechny aktivity, které následují po přistavení vozidla k rampě v servisním centru. Patří zde vykládání zásilek z auta, úklid vozu, předání denní hotovosti, skenování dokumentů k zásilkám a kontrola nevyzvednutých nebo nedoručených zásilek.

Doručovací adresy jsou známy v den odjezdu. Adresy pro vyzvednutí zásilek přibývají průběžně, kdy poslední možnou rezervaci (pro Ostravu) lze zadat do 16:30. Souhrnně je pro svoz a rozvoz zásilek používána zkratka PUD.

Start	Odjezd z pobočky	První zastávka	Začátek přestávky	Konec přestávky	Poslední zastávka	Návrat na pobočku	Konec
Pre-route aktivity	Výjezd	PUD	Přestávka	PUD	Návrat	Post-route aktivity	

*Obrázek 5.1: Struktura pracovních aktivit kurýra*

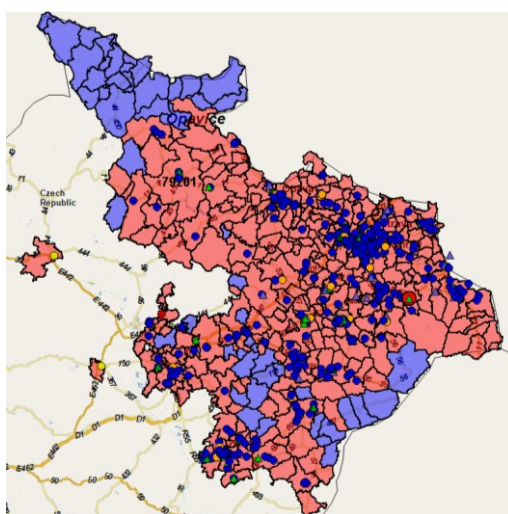
*Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express, osobní komunikace*

Pracovní doba kurýra je od 8 do 17 hodin. Časově odpovídá době 8:00-8:40 třídění zásilek na pobočce, 8:45 – 16:30 činností na trase, 12:30 – 13:30 přestávce, 16:45 návratu na pobočku.

## 5.2 Obsluhovaná oblast pobočky Mošnov

Mošnovská pobočka obsluhuje celý Moravskoslezský kraj, část Zlínského a část Olomouckého kraje. Tato oblast je obsluhována na 16 pravidelných trasách. Mapa pokrytí mošnovskou pobočkou je znázorněna na obrázku 5.2 červenou barvou. Modrá barva značí tzv. odlehlé oblasti, pro které společnost využívá dopravce PPL. Body na mapě tvoří jednotlivé zastávky.

Pobočkou obsluhovaný okruh se dělí na oblasti, tzv. loopy. V každé oblasti by měly být dle velikosti a vytíženosti 2 – 4 trasy, které navzájem spolupracují.

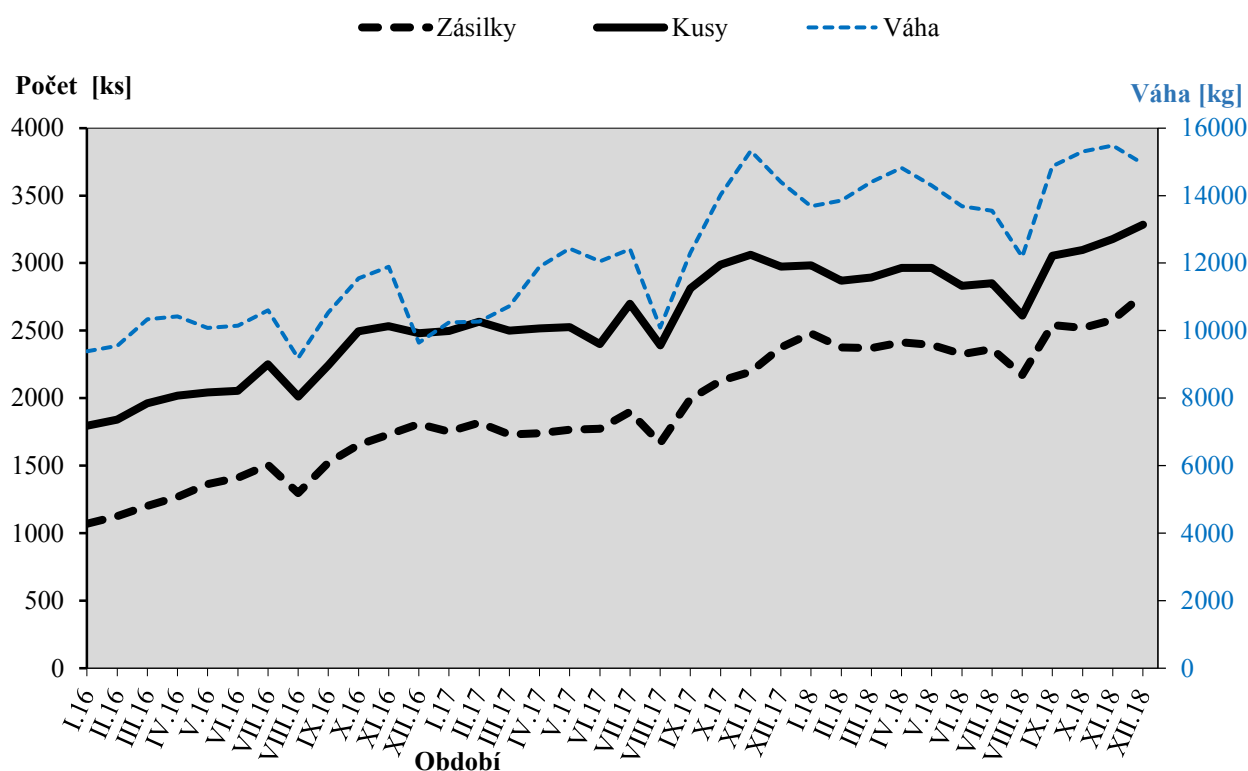


*Obrázek 5.2: Mapa pokrytí servisním centrem Mošnov*

*Zdroj: DHL Express, 2019*

### 5.3 Analýza vývoje počtu zásilek a hmotnosti v letech 2016-2018

Na obrázku 5.3 je možné vidět graf vývoje průměrného denního množství zásilek, průměrného počtu kusů a také váhový průměr v jednotlivých měsících za analyzované období let 2016-2018. Zřetelně jsou zde vidět výkyvy a trendy, které nastávají v závislosti na období v roce.



Obrázek 5.3: Průměrné denní množství zásilek v měsících roku 2016-2018

Zdroj: Vlastní zpravování, DHL Express

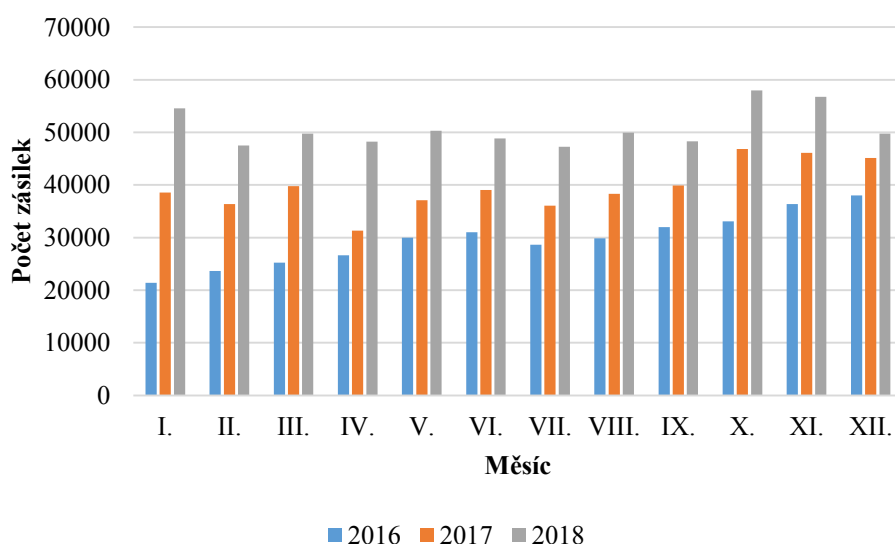
Pokles v přepravě zásilek je nejčastěji spojen s letním obdobím, kdy jsou nejnižší objemy ve sledovaných letech evidovány v měsíci srpen. S poklesem přepravovaných zásilek je souvztažně spojen také pokles kusů zásilek a jejich váha. Příčinou tohoto poklesu je především období letních prázdnin, kdy mnoho firem funguje v omezeném provozu z důvodu čerpání dovolených apod. V tomto období také ubývá zásilek pro soukromé osoby.

Nicméně po tomto relativním klidu většinou ihned nastupuje sezóna, která vrcholí před vánočními svátky a doznívá až na začátku následujícího roku. V období září-prosinec společnost DHL přepravuje velké množství firemních zásilek, mj. protože firmy opět zavádějí

běžný provoz po prázdninách. Také přibývá soukromých zásilek. Zde se jedná většinou o dárky objednávané v zahraničí.

Od 1. srpna 2018 společnost DHL zavedla váhový limit pro přepravované zásilky, avšak v grafu se tato skutečnost v tak krátkém období ještě dostatečně nepromítla.

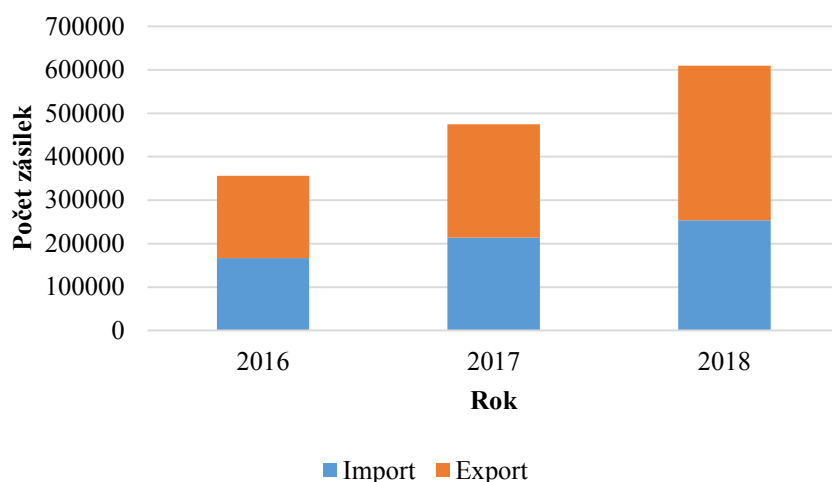
Obrázek 5.4 zobrazuje porovnání absolutního růstu počtu zásilek v jednotlivých měsících analyzovaných let. Je možné si všimnout neobvyklého meziročního nárůstu v roce 2018 v měsících duben a květen oproti předešlým obdobím let 2016 a 2017. Nárůst byl způsoben výpadkem jednoho z expresních přepravců, který byl ochromen kybernetickým útokem, což z jeho strany znemožnilo poskytování služeb. Zákazníci, kteří potřebovali i nadále využívat expresní přepravu, museli využít služeb jiných dopravců, mezi nimi i DHL.



*Obrázek 5.4: Vývoj počtu zásilek v jednotlivých měsících v letech 2016-2018*

*Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express*

Na obrázku 5.5 je zobrazeno rozdělení počtu zásilek podle toho, zda se jedná o importní nebo exportní zásilky. Ve všech letech převazuje silnější exportní složka, která má tendenci se v průběhu let zvyšovat.



*Obrázek 5.5: Rozdělení zásilek dle importu a exportu*  
*Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express*

#### 5.4 Vybrané klíčové ukazatele výkonnosti (KPI)

Mezi vybrané klíčové ukazatele výkonnosti, které se vztahují k řešenému tématu, patří:

##### a) Počet zastávek na trase (SPR - Stop Per Route)

SPR je ukazatelem počtu zastávek na jednu trasu. Je to jednoduchý ukazatel, který sleduje, kolik PUD zastávek bylo učiněno na dané kurýrní trase v daném dnu. Pro celou oblast (loop) je stanoven na hodnotu 44,25. Jedná se o cílovou hodnotu, které by mělo být dosaženo zprůměrováním počtu zastávek na všech ostravských trasách. Zprůměrováním je zohledněna specifická jednotlivých tras, kde některé mají nahuštěné zastávky v jednom místě (typické jsou průmyslové oblasti pro firemní zásilky nebo sídliště pro zásilky soukromé) a některé trasy mají PUD zastávky rozmístěné na delších úsecích, logicky jich pak stihnou ve sledovaném čase méně (DHL Express, 2019, osobní komunikace).

##### b) Počet zastávek na trasu za hodinu (SPORH - Stop Per On Road Hour)

Jde o ukazatel produktivity trasy, který sleduje počet zastávek za hodinu strávenou na trase. „On Road Hour“ je definován jako čas mezi odjezdem ze servisního centra a návratem, ze kterého je odečítána přestávka a čas strávený mimo PUD aktivity (tankování vozu, údržba vozidla apod.). Tento ukazatel vyjadřuje vytížení vozidla během provozních hodin z pohledu počtu zastávek. Vypočítáme jej jako podíl počtu celkových zastávek k počtu hodin na routu neboli „On Rout Hour“. Cílová hodnota pro tento ukazatel je 5,73. Rovněž i tato hodnota je cílová a stanovena jako průměr pro celou oblast. Nižší hodnota ukazatele by reflektovala nedostatečné vytížení tras, vyšší hodnota zase přetížení a nutnou optimalizaci trasy (DHL Express, 2019, osobní komunikace).

## 5.5 Odhad růstu počtu a váhy zásilek v roce 2019

Odhad změny počtu zásilek a jejich váhového objemu je vytvořen na základě znalosti celkového ročního vývoje těchto proměnných za období tří let 2016-2018. Odhad je učiněn za pomoci výpočtu koeficientu růstu a k odhadu procentuálního růstu v roce 2019 je použita jeho průměrná hodnota. Koeficient růstu nabývá vždy kladných hodnot. V případě, že je časová řada rostoucí, pak platí, že  $k_t > 1$ , pokud naopak vykazuje časová řada pokles,  $k_t < 1$ . Vztah pro výpočet koeficientu růstu a jeho průměru je následující (Turčan, 2002):

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad t = 2, 3, \dots, n \quad (5.1)$$

$$\bar{k} = \sqrt[n-1]{k_2 \cdot k_3 \cdot \dots \cdot k_n} \quad (5.2)$$

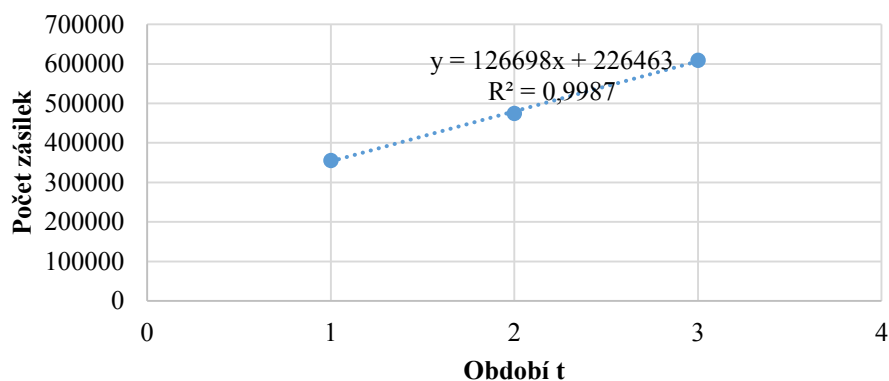
Dle výše zmíněných vztahů byl vytvořen předpoklad pro růst počtu zásilek, který je možné vidět v tabulce 5.1. V tomto případě vychází průměrný koeficient růstu na 31%. Na základě trendu vývoje počtu zásilek byl také vytvořen model lineární regrese a zobrazen na obrázku 5.6. Koeficient determinace  $R^2$  se blíží hodnotě 1 ( $R^2 = 0,9987$ ), což naznačuje spolehlivý model. Dle modelu se každé další období počet zásilek zvýší přibližně o 126 700, což měsíčně odpovídá cca 10 500 zásilek.

Tabulka 5.1: Koeficient růstu pro počet zásilek

Rok	t	Počet zásilek	$k_t$	$\bar{k}$
2016	1	355811	-	-
2017	2	474558	1,33	-
2018	3	609206	1,28	1,31

Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express





*Obrázek 5.6: Model lineární regrese pro vývoj počtu zásilek*

*Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express*

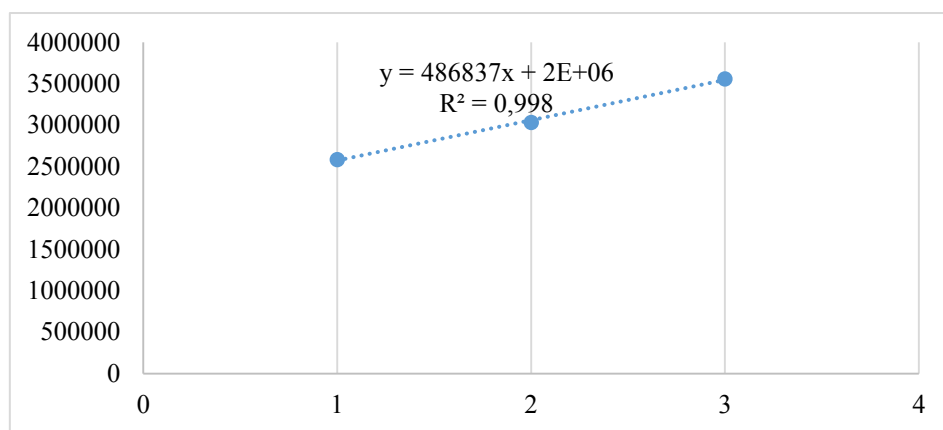
Jak reflektuje průměrný koeficient růstu v tabulce 5.2, váhový růst je očekáván v míře 17%. Tato informace je důležitá z hlediska kapacity rozvozových vozidel.

*Tabulka 5.2: Koeficient růstu pro váhu zásilek*

Rok	t	Váha zásilek	$k_t$	$\bar{k}$
2016	1	2585967	-	-
2017	2	3034877	1,17	-
2018	3	3559641	1,17	1,17

*Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express*

Rovněž i pro tuto situaci byl vytvořen model lineární regrese na obrázku 5.7. Koeficient  $R^2$  se také blíží k hodnotě 1 ( $R^2 = 0,998$ ), což naznačuje vhodnost lineárního modelu. Podle tohoto modelu je odhad pro zvýšení celkové váhy 486 837 kg pro každé následující období, které měsíčně odpovídá nárůstu asi 40 500 kg.



*Obrázek 5.7: Model lineární regrese pro vývoj váhy zásilek*  
*Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express*

## 5.6 Analýza současného stavu rozvozových tras oblasti Ostrava

V této diplomové práci je řešena oblast města Ostravy, kterou můžeme vidět na obrázku 5.8. Zároveň je zde možné vidět hustotu jednotlivých zastávek pro celou oblast, včetně zvláštních rozvrhových oken pro PU nebo DEL.

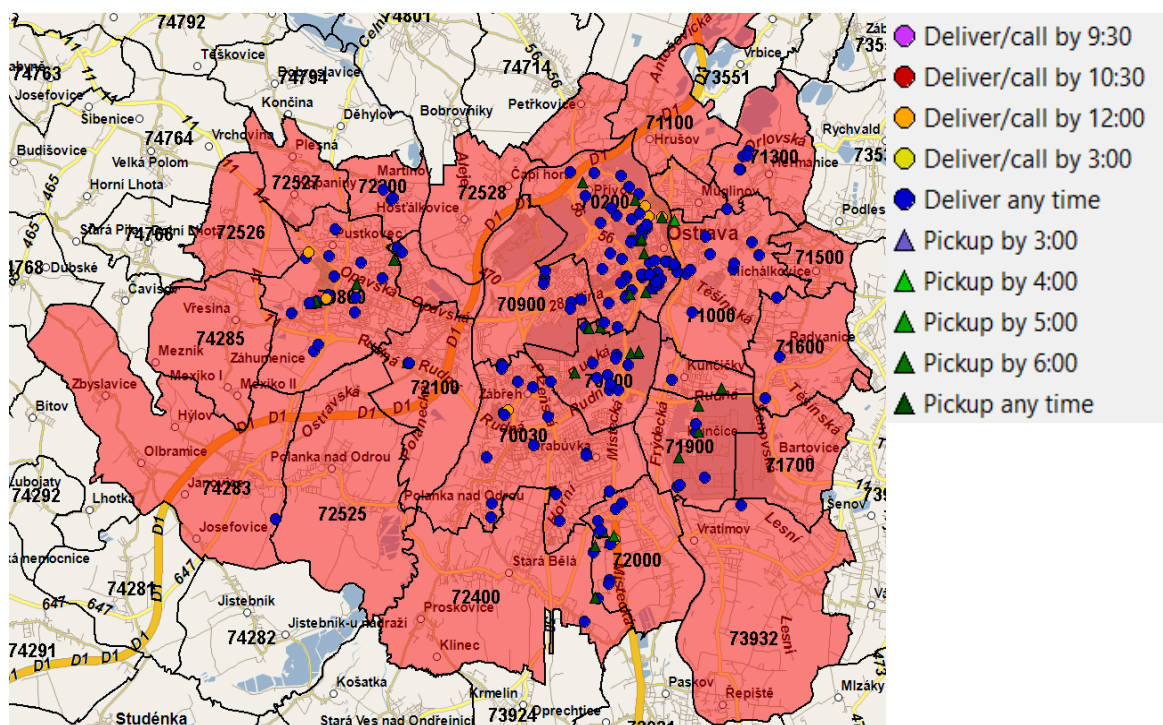
Analýza rozvozových tras je tvořena výstupy z programu Area Planner, za pomoci kterého byla zpracována podoba rozvozových tras za poskytnutý reprezentativní den.

V této oblasti se jezdí na 4 pravidelných trasách a na jedné trase, které je obsluhována nepravidelně. Pro potřeby této práce budou označeny jako GTO1A, GTO1B, GTO1C, GTO1D a SPECIAL.

Kurýři mají dané své spádové oblasti, ale nemají definováno ani doporučeno, v jakém pořadí mají zastávky obsloužit. Ve všech vozidlech jsou GPS navigace, dle kterých se kurýři řídí. Všechny zastávky jsou geokódovány dle záznamu ze skeneru. Ve skeneru jsou načteny všechny zásilky, které jsou v daný den na svoz či rozvoz. Také je v něm možné vidět servisní okna zákazníků a zásilky klientů, které jsou časově termínovány, v obou těchto případech musejí kurýři přizpůsobit obsluhu, aby dodrželi stanovené podmínky.

Na těchto trasách jezdí dodávky Mercedes Benz Sprinter a Volkswagen Crafter. Obě tato vozidla mají nosnost 1000 kg a objem nákladového prostoru 14 m<sup>3</sup>. Průměrná spotřeba ve městě je 12 litrů nafty na 100 km. Průměrná rychlost ve městě je 20 km/h. (DHL Express, 2019,

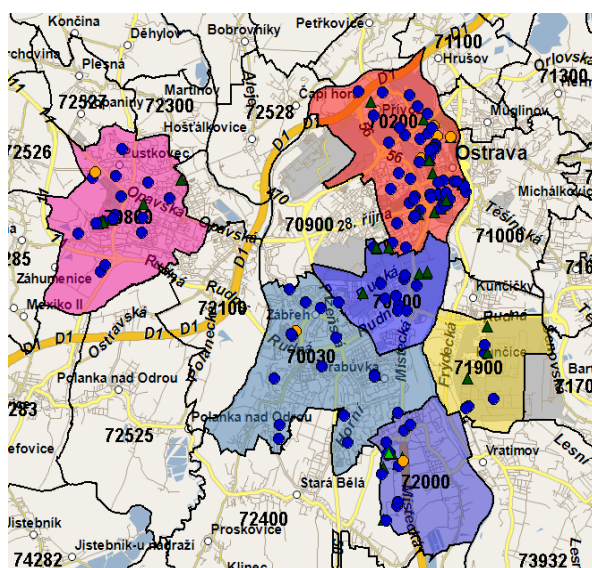
osobní komunikace). Opět vše shodné pro oba typy vozidel. Vzhledem k výše zmíněnému je možné abstrahovat od jednotlivých značek a typů vozidel.



Obrázek 5.8: Geografický náhled řešené oblasti Ostrava se zastávkami s legendou  
Zdroj: DHL Express, Area Planner, 2018

### 5.6.1 Specifika rozvozových míst z oblasti Ostrava dle PSČ

Trasy města Ostravy jsou specifické v mnoha ohledech. Na obrázku 5.9 je možné vidět PSČ částí města Ostrava, která mají největší hustotu zastávek a jiné zvláštnosti.



Obrázek 5.9: Specifické oblasti Ostravy  
Zdroj: DHL Express, Area Planner, 2018

V oblasti Poruba 708 00 stojí fakultní nemocnice, která je pravidelným přepravcem expresních zásilek. Všechny zásilky pro nemocnice mají u DHL Express prioritu doručení do 12 hodin, přestože se nejedná o produkt DHL Express 12:00. Kurýr zde doručuje jednotlivé zásilky po celém areálu zvlášť na jednotlivá pracoviště. Tuto oblast obsluhuje GTO1A.

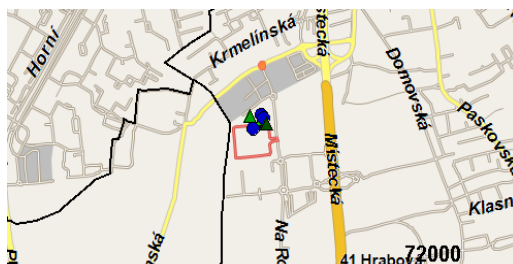
V oblasti 702 00 Moravská Ostrava a Přívoz, označované jako centrum, komplikuje zastávky kurýra především hustota provozu a složitá dopravní situace (jednosměrky, objížděky, parkování apod.). Mimo jiné se v této oblasti nacházejí obchodní centra OC Futurum a OC FORUM Nová Karolina a také další dvě nemocnice, kterými jsou Fifejdy a Městská nemocnice Ostrava. Oblast je obsluhovaná trasami GTO1B, GTO1C, částečně také trasou GTO1D.

PSČ 703 00 Vítkovice, 719 00 a 720 00 Hrabová, obě tato místa označují ostravské průmyslové oblasti, sídla velkého počtu firem. S tím je spojena velká hustota zastávek, servisních oken a dalších individuálních požadavků ze strany jednotlivých firem. Do trasy GTO1C spadají oblasti 703 00 a 719 00. PSČ 720 00 je obsluhováno trasou GTO1D.

Poslední oblastí je Ostrava-jih, PSČ 700 30, do které spadá nákupní centrum Avion Shopping Park a velké množství soukromých adres. Tato oblast je rozdělena do tras GTO1A a GTO1D.

### **5.6.2 Rozvozové trasy 2018**

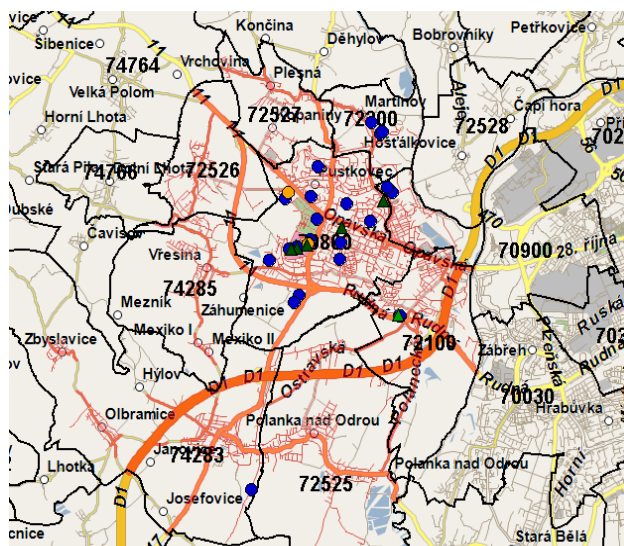
SPECIAL zajíždí průmyslovou oblast Hrabová, která je společně se svými specifiky popsána v kapitole 5.6.1. Trasu je možné vidět na obrázku 5.10. Výkony z trasy, která není obsluhována pravidelně, se nezahrnují do výpočtu plnění KPI ani dalších ukazatelů. Proto není v této práci trasa SPECIAL dále analyzována.



*Obrázek 5.10: Trasa SPECIAL*

*Zdroj: DHL Express, Area Planner, 2018*

Trasa GTO1A, viz obrázek 5.11, zahrnuje následující oblasti: Poruba, Svinov, Třebovice, Plesná, Krásné Pole, Polanka nad Odrou, Martinov, Pustkovec, přilehlé obce Klimkovice, Vřesina a Zbyslavice.

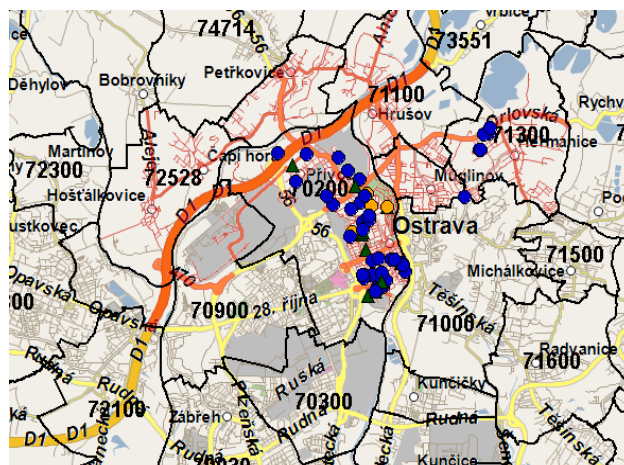


*Obrázek 5.11: Trasa GTO1A*

*Zdroj: DHL Express, Area Planner, 2018*

Trasa GTO1B je zobrazena na obrázku 5.12. Trasa pokrývá Slezskou Ostravu, Moravskou Ostravu a Přívoz, Hošťálkovice, Petřkovice a přilehlou obec Heřmanice.

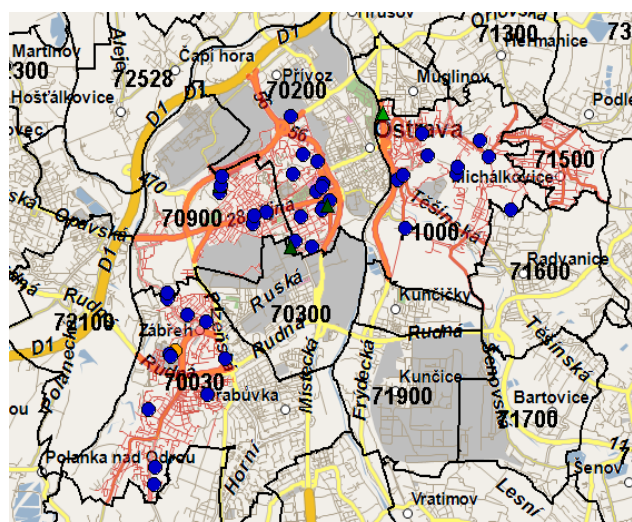




*Obrázek 5.12: Trasa GTO1B*

*Zdroj: DHL Express, Area Planner, 2018*

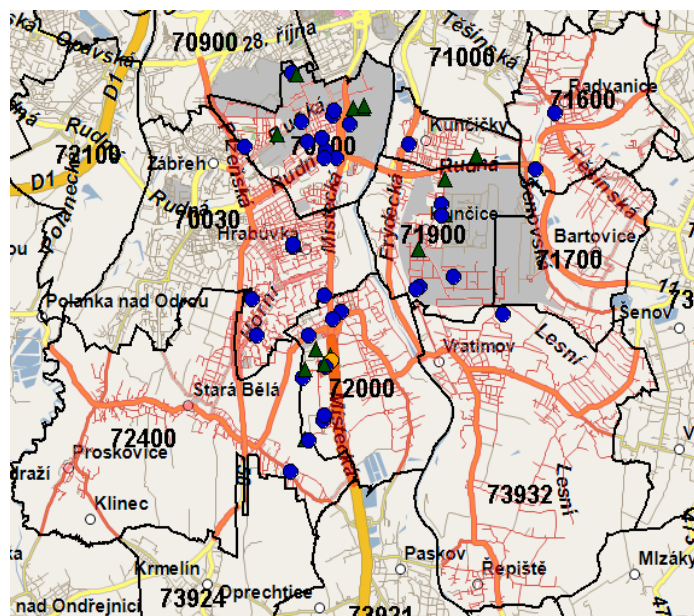
GTO1C obsluhuje oblasti Ostrava-jih, Slezská Ostrava, Michálkovice, Nová Ves, Mariánské Hory a Hulváky. Tyto oblasti jsou zobrazeny na obrázku 5.13.



*Obrázek 5.13: Trasa GTO1C*

*Zdroj: DHL Express, Area Planner, 2018*

GTO1D pokrývá části Ostravy, kterými jsou Hrabová, Nová Bělá, Proskovice, Stará Bělá, Vítkovice, Radvanice a Bartovice. Také jsou v této trase zahrnuty obce Vratimov a Stará Ves. Tyto oblasti jsou zaznačeny v obrázku 5.14.

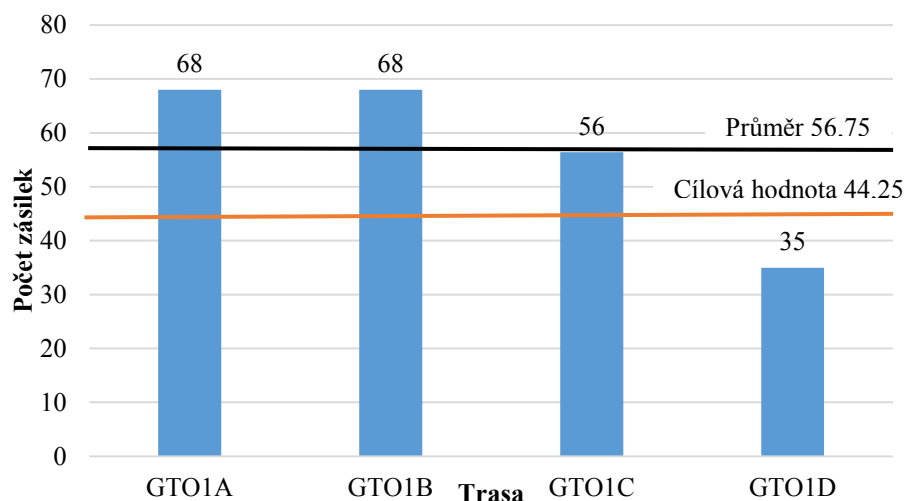


Obrázek 5.14: Trasa GTO1D  
Zdroj: DHL Express, Area Planner, 2018

### 5.6.3 Plnění KPI a dalších ukazatelů na analyzovaných trasách

Na obrázku 5.15 je zobrazen průměrný počet zastávek na jednotlivých trasách za týdenní období (tedy ukazatel SPR neboli počet zastávek na trasu). Po zprůměrování počtu zastávek všech tras je výsledné SPR hodnota 56,75, což znamená, že dané KPI je splněno nad cílovou hodnotu, která je 44,25.

Výrazné překročení tohoto ukazatele by ukazovalo na přetížení tras, nicméně hodnota 56,75 je v toleranci. Kurýři naopak musejí cílovou hodnotu v dané oblasti plnit, protože je na ni vázána variabilní složka mzdy. Trasa GTO1D vykazuje nejnižší počet zastávek ze všech analyzovaných tras a neplní stanovenou hodnotu, průměrnou hodnotu zvyšují trasy GTO1A a GTO1B, které mají nejvíce zastávek. Tyto trasy mají i shodný průměr počtu zastávek.



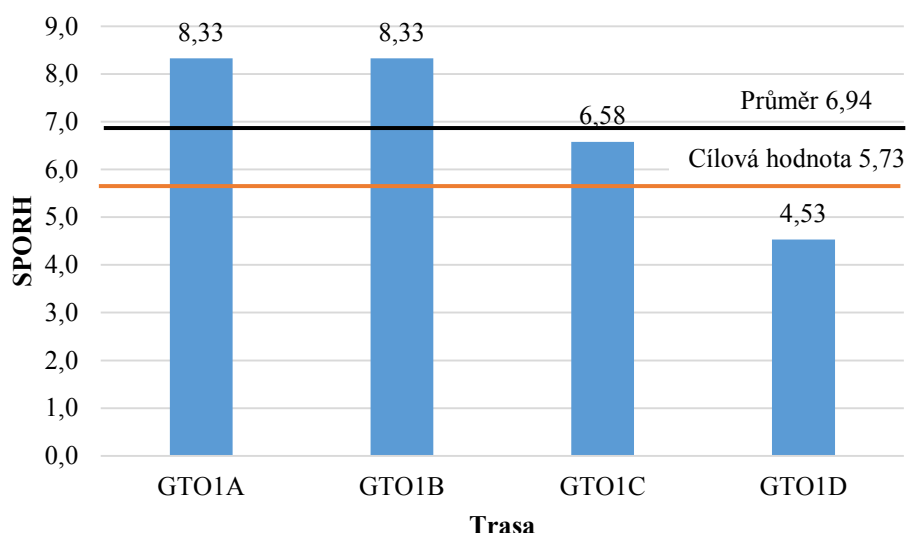
Obrázek 5.15: Průměrný počet zastávek jednotlivých tras – SPR  
Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express

Plnění druhého ukazatele KPI, kterým je SPORH, neboli počet zastávek na trasu za hodinu, je znázorněno na obrázku 5.16. Cílová hodnota je 5,73. Hodnota zobrazena v grafu u jednotlivých tras je průměrem za týdenní období v roce 2018.

Stejně jako u prvního ukazatele vykazuje nejnižší hodnotu trasa GTO1D, ostatní trasy tento ukazatel plní. Na této kurýrní trase jsou obsluhováni především firemní zákazníci, pro které je typická vyšší hmotnost zásilek, která bývá často rozdělena do více kusů. Kapacita vozidla je tedy naplněna, přestože zásilek není tak velké množství jako na ostatních trasách.

Průměrný ukazatel pro všechny trasy vychází na 6,94. Také tento ukazatel je v současnosti plněn s rezervou. A ani v tomto případě není překročení stanovené cílové hodnoty výrazné. A platí zde totéž jako u předchozího. Kurýři tuto hodnotu musejí plnit v dané oblasti, pokud chtějí nárokovat mzdový benefit.





*Obrázek 5.16: Počet zastávek na trasu za hodinu - SPORH*

*Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express*

V tabulce 5.3 je uvedeno, kolik zásilek z reprezentativního dne je časově determinováno (jedná se o produkt, který má garantovaný časový termín doručení nebo nemocniční materiál) a kolik zásilek je doručováno zákazníkům, kteří mají deklarovaná časová servisní okna, což znamená, že mohou být obslouženi jen v dobu, kterou si sami určili. Časová okna mohou být dána nejpozději možnou dobou (např. obsluha do 14 hodin) nebo dobou, která je dána od-do (např. 15:00-16:00).

Časově termínované zásilky mají vysokou prioritu doručení, jedná se o prémiovou službu společnosti DHL, proto je na ně brán ten nejvyšší zřetel. Kurýři jsou kontrolováni dispečery a včas upozorněni na nutnost doručení zásilky, v případě, že už se blíží kritická doba doručovacího času a zásilka nebyla kurýrem stále doručena. Nedodržení doručovacího času je finančně penalizováno jak u kurýrů, tak u dispečerů. Nicméně je spíše ohrožena loajalita zákazníků a důvěra v produkty společnost DHL Express. Včasné doručení zásilek je ve společnost plněno v téměř 100 % případů.

Nejvyšší počet časově determinovaných zásilek mělo v daný den k rozvozu auto GTO1A, to je dáno hlavně tím, že v této obsluhované oblasti se nachází fakultní nemocnice. Nejvíce zákazníků se servisním oknem bylo obsluhováno na trase GTO1D, což je způsobeno tím, že se na této trase nachází především firemní zákazníci. Ti jediná si v podstatě mohou nechat servisní okna nastavit.

Tabulka 5.3: Počet zásilek s prioritním doručením na jednotlivých trasách

Trasa	Počet zastávek	Počet zásilek časově determinovaných	Počet zásilek se servisním oknem
<b>GTO1A</b>	56	8	2
<b>GTO1B</b>	63	4	0
<b>GTO1C</b>	48	0	2
<b>GTO1D</b>	25	1	4

Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express

Tabulka 5.4 zobrazuje průměrně ujetou vzdálenost jednotlivých tras za týdenní období. GTO1B je v tomto ohledu o něco vytiženější než zbylé trasy. To může být způsobeno přijetím několika požadavků k vyzvednutí zásilek, kdy nebylo možné si cestu naplánovat jinak. Společnost dbá na vyzvednutí a doručení co největšího množství zásilek, před upřednostněním minimalizace trasy. Nejmenší vzdálenost je ujeta na trase GTO1D.

Tabulka 5.4: Průměrně ujetá vzdálenost jednotlivých tras v km

Trasa	Počet dní	Celkové ujetá vzdálenost [km/týden]	Průměrně ujetá vzdálenost na trase [km]
<b>GTO1A</b>	5	827	165,4
<b>GTO1B</b>	5	1082	216,4
<b>GTO1C</b>	5	744	148,8
<b>GTO1D</b>	5	666	133,3

Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express

V tabulce 5.5 je uvedena celková váha, kterou měly jednotlivé trasy pro svoz i rozvoz za analyzovaný reprezentativní den v roce 2018. Za tento den jsou uvedeny také průměrné váhy zásilek vzhledem k počtu jednotlivých zásilek. Trasa GTO1D obsluhuje nejméně zákazníků, ale průměrná váha u jedné zásilky je téměř dvojnásobná oproti trase GTO1C a přibližně 8 krát vyšší než u tras GTO1A a GTO1B. Zde je patrný podíl firemních a soukromých zákazníků. Soukromé zásilky mívají nižší váhu.

*Tabulka 5.5: Průměrná váha 1 zásilky pro jednotlivé trasy*

<b>Trasa</b>	<b>Počet zásilek</b>	<b>Celková váha [kg]</b>	<b>Průměrná váha zásilek na trasu [kg]</b>
<b>GTO1A</b>	56	257,7	4,6
<b>GTO1B</b>	63	358,4	5,7
<b>GTO1C</b>	48	993,8	20,7
<b>GTO1D</b>	25	994,4	39,8

*Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express*

Odhad celkové přepravované váhy v tabulce 5.6 byl vypočten vynásobením současného stavu váhy na jednotlivých trasách za reprezentativní den a koeficientem růstu pro váhu, tj. 1,17. V přepočtu není rozlišeno, kolik kg zásilek je na rozvoz a kolik na svoz. Data, dle kterých by bylo možné klasifikovat zásilky pro svoz nebo rozvoz na analyzovaných trasách, nebyla společností poskytnuta.

*Tabulka 5.6: Odhad nárůstu váhy v roce 2019 z reprezentativního dne 2018*

<b>Trasa</b>	<b>Počet zásilek</b>	<b>Celková váha [kg]</b>	<b>Přepočet pro rok 2019 [kg]</b>
<b>GTO1A</b>	56	257,7	301,5
<b>GTO1B</b>	63	358,4	419,3
<b>GTO1C</b>	48	993,8	1162,8
<b>GTO1D</b>	25	994,4	1163,4

*Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express*

Vzhledem k výše uvedenému by trasy GTO1C a GTO1D přepravovaly vyšší váhu zásilek, než je jejich kapacita vozidla. Ta je omezena na 1000 kg.

V tabulce 5.7 je proveden odhad nárůstu počtu zásilek pro rok 2019, který vychází z počtu průměrných zastávek na jednotlivých trasách za týdenní období v roce 2018. Průměrný počet zásilek byl vynásoben koeficientem 1,31. Je zřejmé, že všechny trasy, mimo GTO1D, by byly ohroženy přetížením pracovníků obsluhujících vozidel. Např. SPR pro trasy

GTO1A i GTO1B by dosahoval hodnoty 89, což je téměř 62% nad stanovenou hodnotou. Pracovníci by byli nuceni k přesčasovým hodinám, což by mohlo vést k jejich nespokojenosti, nehledě na zákonná omezení daná zákoníkem práce.

*Tabulka 5.7: Odhad nárůstu počtu zásilek v roce 2019 z průměru 1 týdne v roce 2018*

<b>Trasa</b>	<b>Průměrný počet zásilek</b>	<b>Přepočet pro rok 2019 [ks]</b>
<b>GTO1A</b>	68	89
<b>GTO1B</b>	68	89
<b>GTO1C</b>	56	73
<b>GTO1D</b>	28	37

*Zdroj: Vlastní zpracování, DHL Express*

## **5.7 Shrnutí poznatků z provedené analýzy**

V této kapitole byl proveden odhad růstu počtu zásilek a jejich váhy pro rok 2019, který byl vypočítán z dat za poslední tři roky. Za pomoci průměrného koeficientu růstu bylo odhadnuto, že počet zásilek vzroste v roce 2019 o 31% a jejich váha o 17%.

Dále byly analyzovány některé ukazatele pro současné rozvozové trasy, z nichž byly nejvytíženější trasy GTO1A a GTO1B, co do počtu zásilek a tím i počtu obsluhovaných zákazníků.

Naopak v měřítku kapacity a nosnosti vozidel vykazovaly nejvyšší hodnoty trasy GTO1C a GTO1D. Po přepočítání koeficientem růstu pro váhu 1,17 vyšly tyto trasy jako přetížené. V roce 2019 by měly rozvážet zásilky o hmotnosti cca 1200kg, což není možné vzhledem ke kapacitě vozidel, která je 1000 kg.

V následující kapitole budou provedeny optimalizace všech ostravských tras. To by mělo přispět k minimalizaci ujeté vzdálenosti, což by mělo souvztažně šetřit náklady i čas potřebný k přejezdům mezi zákazníky. Navíc trasy GTO1C a GTO1D budou, z důvodu překročení přepravní kapacity, rozděleny na další dvě trasy tak, aby byla zajištěna přepravní kapacita pro obsluhu zákazníků.

## 6 Návrh řešení analyzované situace

Na základě odhadu v kapitole 5.6.3 budou navrženy optimalizace rozvozových tras pro celou ostravskou oblast vyhledáním minimální Hamiltonovy kružnice, která vychází z úlohy obchodního cestujícího. Vzhledem k vyššímu objemu přepravovaných zásilek než je kapacita vozidel na trasách GTO1C a GTO1D budou tyto trasy nejdříve rozděleny (s ohledem na nepřekročení kapacit obslužných vozidel) a až následně optimalizovány.

### 6.1 Dekompozice tras

V prvním kroku, než je přistoupeno k samotné dekompozici, je nutné vytvořit matici vzdáleností na cestní síti pro všechny trasy. To zahrnuje zohlednění dopravních omezení na daných trasách (např. jednosměrky apod.). Výstupem tohoto kroku je tzv. OD matice. Jedná se o matici vzdáleností, v tomto případě udávanou v metrech. Zdrojem pro tuto matici je upravený soubor seznamu zastávek s adresami, váhou zásilek a GPS souřadnicemi pro každou ze čtyř rozvozových tras. Na obrázku 6.1 je možné vidět ukázkou z tohoto zdrojového souboru. U všech tras je prvním vrcholem stejné depo, ze kterého obslužná vozidla vyjíždějí k obsluze zákazníků.

ID	ADRESA	LATITUDE	LONGITUDE	VÁHA
1	GENERALA FAJTLA 372, 74251 MOSNOV	49,6831589	18,1009178	
2	SVATOPLUKOVA 2771, 703 00 OSTRAVA	49,8086698	18,2471272	52,9
3	RUDNA 21, OSTRAVA	49,8108528	18,2566347	18,72
4	RUSKA 514/41, OSTRAVA	49,8131136	18,2633354	5,4
5	ZALUZANSKEHO 1192/15, OSTRAVA	49,8150642	18,2726226	0,9

*Obrázek 6.1: Výstřižek zdrojového souboru zastávek pro OD matici*  
*Zdroj: Vlastní zpracování*

Následný krok, při kterém byla vytvořena OD matice, byl realizován v softwaru ArcGIS paní Ing. Lucií Orlíkovou, Ph.D. z katedry geoinformatiky HGF VŠB-TUO. Tato matice, která byla vytvořena pro každou trasu zvlášť, pak byla převedena do textového souboru. Vzor matice v textovém formátu je zobrazen na obrázku 6.2.

d: [(1	1)	0.00,
(1	2)	15259.34,
(1	3)	15629.20,
(1	45)	16153.76,
(1	4)	16474.08,
(1	5)	17566.75,
(1	7)	17824.01,
(1	6)	17879.26,

Obrázek 6.2: Ukázka OD matice v textovém formátu

Zdroj: Orliková, katedra HGF VŠB-TUO

U tras, které překročily kapacitu vozidla, je nutné nejdříve provést dekompozici aktuální trasy, která vychází z reprezentativního dne. Jedná se o trasy GTO1C a GTO1D. Pro obě tyto trasy je odhadován růst na necelých 1200 kg. Při kapacitě vozidla 1000 kg.

Pro všechny trasy byla sestavena matice  $b$ , ve které je započítán očekávaný 17% váhový růst v roce 2019, jak je možné vidět na obrázku 6.3. U rozdělených tras (GTO1C a GTO1D) bylo dále definováno nastavení 2 shluků, kdy každý z nich bude kapacitně naplněn maximálně do 600 kg tak, aby byla každá trasa rozdělena na poloviční váhovou kapacitu.

ID	ADRESA	LATITUDE	LONGITUDE	VÁHA	VÁHA . 1,17
1	GENERALA FAJTLA 372, 74251 MOSNOV	49,6831589	18,1009178		
2	SVATOPLUKOVA 2771, 703 00 OSTRAVA	49,8086698	18,2471272	52,9	61,9
3	RUDNA 21, OSTRAVA	49,8108528	18,2566347	18,72	21,9
4	RUSKA 514/41, OSTRAVA	49,8131136	18,2633354	5,4	6,3
5	ZALUZANSKEHO 1192/15, OSTRAVA	49,8150642	18,2726226	0,9	1,1

Obrázek 6.3: Výstřížek ze zdrojového souboru s přepočítanou váhou koeficientem 1,17

Zdroj: Vlastní zpracování

Dekompozice je provedena pomocí přístupu p-medián panem Ing. Mgr. Petrem Kozlem, Ph.D. (Kozel, 2018) v softwaru Xpress-IVE, který je dostupný na katedře matematických metod v ekonomice na ekonomické fakultě VŠB-TUO.

Řešení úloh lineárního programování je v mnoha případech bez použití počítače a počítačových programů nemožné. Nabídka takových programů je v současné době široká. Můžou to být programy jednodušší, pomocí kterých je možné řešit úlohy s malým počtem omezujících podmínek nebo programy profesionální, které umožňují řešit složité a rozsáhlé úlohy, obsahující až několik desítek tisíc proměnných a omezujících podmínek. K jednodušším programům patří např. LINDO a LINGO. Jablonský (2007) uvádí ještě nástroj Řešitel programu MS Excel. Složitější program, který byl použit i pro potřeby této

práce je program Xpress-IVE. Jedná se o grafické rozhraní programovacího jazyka Mosel, které je určeno k formulaci modelů v operačních systémech MS Windows. Tento program mimo jiné umožňuje také vizualizaci průběhu řešení a výsledků (Guerét, 2002). Jazyk Mosel, který program používá, se liší od jiných především tím, že umožňuje zadávání speciálních proměnných a funkcí, které slouží k řešení optimalizačních úloh (FICO Xpress Optimization, 2005).

Prvním výstupem je textový soubor, ve kterém došlo k rozdělení množiny vrcholů na dva shluky dle zadaných podmínek. V tomto případě se jednalo o podmínku vytížení váhové kapacity vozidla, která splňuje maximální zatížení do 600 kg.

GTO1C bylo rozděleno na 2 trasy s označením  $a$  a  $b$ , kde trasa GTO1Ca bude obsluhovat 13 vrcholů a trasa GTO1Cb bude mít k obsluze 37 vrcholů. Dá se říct, že trasa GTO1Ca rozváží méně zásilek, ale zato jsou to ty těžší. Trasa GTO1Ca je vytížena na 575 kg a trasa GTO1Cb na 587kg. Výsledek dekompozice lze vidět na obrázku 6.4. Čísla, která jsou uvedena v závorkách, reprezentují číslo vrcholu, ve kterém by bylo vhodné umístit depo pro rozvoz na daných trasách vzhledem k poloze jednotlivých zastávek. To ale pro tuto práci není účelné a reálně ani možné s ohledem na mezinárodní distribuci.

```
Naplneni stredisek  
h(19) = 575.39  
  
h(22) = 587.34  
vypocetni_cas: 0.031[sec]
```

*Obrázek 6.4: Váhové rozložení po dekompozici trasy GTO1C*

*Zdroj: Kozel, katedra matematických metod v ekonomice, Xpress-IVE*

Trasa GTO1D byla rovněž rozdělena na 2 dílčí trasy pod označením  $a$  a  $b$ . Na trase GTO1Da je obsluhováno 7 vrcholů, které odpovídají kapacitě 564kg, a na trase GTO1Db je obsluhováno 21 vrcholů s váhou 600kg. Výsledek pro tuto trasu je prezentován na obrázku 6.5 a 6.6. V první množině je sice zapsáno pouze 6 vrcholů, ale není v něm započítán výchozí bod – depo. Ten bylo nutné přičíst, stejně jako u jednoho z hluků trasy GTO1C. Po tomto kroku následuje vyhledání minimální Hamiltonovy kružnice.

```

Naplneni stredisek
h(9) = 6
h(20) = 20
Mnozina se strediskem 9
8,9,10,19,24,25
Mnozina se strediskem 20
1,2,3,4,5,6,7,11,12,13,14,15,16,17,18,20,21,22,23,26,
vypocetni_cas: 0.031 [sec]

```

Obrázek 6.5: Dekompozice množiny vrcholů z trasy GTOID do dvou shluků

Zdroj: Kozel, katedra matematických metod v ekonomice, Xpress-IVE

```

Naplneni stredisek
h(9) = 563.5
h(20) = 599.92
vypocetni_cas: 0.032[sec]

```

Obrázek 6.6: Váhové rozložení po dekompozici trasy GTOID

Zdroj: Kozel, katedra matematických metod v ekonomice, Xpress-IVE

## 6.2 Vyhledání minimální Hamiltonovy kružnice

Vyhledání minimální Hamiltonovy kružnice bylo provedeno v programu Xpress-IVE stejně jako dekompozice tras. Nejprve bude popsána implementace matematického modelu 3.2 – 3.7 do jazyka Mosel, který software Xpress-IVE používá. Implementace matematického modelu byla provedena pod dozorem pana Ing. Mgr. Petra Kozla, Ph.D. z katedry matematických metod v ekonomice VŠB-TUO, který pro účely této práce také poskytl software Xpress-IVE.

V první části obrázku 6.7 je uveden název modelu, kterým je optimální trasa, název je zde uveden bez diakritiky a bez mezer. Hned pod tím je proveden výběr modulu *mmxprs*, který je určen k řešení úloh lineárního programování. Následuje zadání konstant a proměnných v modelu příkazem *declarations*, kterým začíná jejich deklarace. Nejprve je uvedena konstanta s počtem vrcholů, v tomto případě 13, která je pro první část trasy GTO1Ca. Poté je definována množina zákazníků  $1..N$ , kde  $N$  je počet vrcholů v dané řešené množině. Následně jsou definovány množiny konstant  $d_{ij}$ , množina proměnných  $x_{ij}$  a množina pomocných proměnných  $y_i$ . Množina  $d_{ij}$  definuje vzdálenost mezi  $i$ -tým a  $j$ -tým zákazníkem. Množina  $x_{ij}$  modeluje přepravované množství mezi  $i$ -tým a  $j$ -tým zákazníkem.



Matice pomocných proměnných  $y_i$  slouží k modelaci anticyklické podmínky. Celé deklarování je ukončeno příkazem *end-declarations*.

```
model optimalni_trasa
uses "mmxprs";

!deklarace konstant a promenných
declarations
  N=13
  zakaznik=1..N
d:array(zakaznik,zakaznik)of real    !matice vzdalenessi
x:array(zakaznik,zakaznik)of mpvar   !matice promenných
y:array(zakaznik)of mpvar            !matice pomocných promenných
end-declarations
```

Obrázek 6.7: Zadání modelu a deklarace konstant a proměnných trasy GTOIC

Zdroj: Vlastní zpracování

V následujícím kroku, který je vyobrazen na obrázku 6.8, je uveden příkaz *initializations from* k načtení vstupních dat pro matici konstant  $d_{ij}$ , a poté je ukončen příkazem *end-initializations*, obdobně jako v případě předtím.

```
!načtení vstupních dat
initializations from "data.txt"
  d;
end-initializations
```

Obrázek 6.8: Načtení vstupních dat matice konstant  $d_{ij}$

Zdroj: Vlastní zpracování

V obrázku 6.9 je zapsán matematický model k vyhledání minimální Hamiltonovy kružnice, který koresponduje s vyjádřením v rovnicích 3.2 – 3.8. Příkazem *minimize* je realizován výběr účelové funkce k vyhledání minimální trasy obslužného vozidla.

```
trasa:=sum(i in zakaznik, j in zakaznik|i<>j)x(i,j)*d(i,j)

forall (j in zakaznik) sum(i in zakaznik|i<>j)x(i,j)=1
forall (j in zakaznik) sum(k in zakaznik|j<>k)x(j,k)=1

forall (i in 2..N, j in 2..N|i<>j)y(j)-y(i)+N*x(i,j)<=N-1
forall (i in zakaznik, j in zakaznik|i<>j)x(i,j) is_binary
forall (i in 2..N) y(i) is_integer

minimize(trasa)
```

Obrázek 6.9: Matematický model k vyhledání minimální Hamiltonovy kružnice

Zdroj: Vlastní zpracování

V posledním kroku na obrázku 6.10 jsou zadány příkazy k výpisu výstupů modelu a příkaz end-model, kterým je celý model uzavřen.

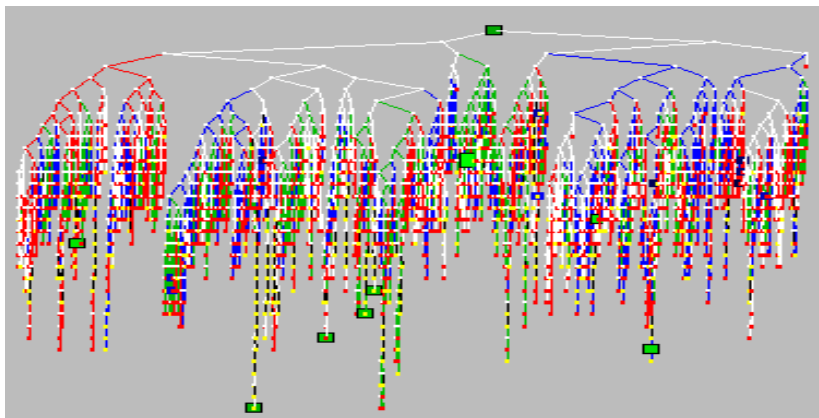
```
writeln("celkova delka trasy = ", getobjval, " m")
writeln("")
forall (i in zakaznik, j in zakaznik|getsol(x(i,j))>0)
writeln ("x(",i,",",j,") = ",getsol(x(i,j)))

fopen("vysledky.txt", F_OUTPUT)
writeln("celkova delka trasy = ", getobjval, " m")
writeln("")
forall (i in zakaznik, j in zakaznik|getsol(x(i,j))>0)
writeln ("x(",i,",",j,") = ",getsol(x(i,j)))
fclose(F_OUTPUT)

end-model
```

Obrázek 6.10: Výpis výstupů modelu a jeho ukončení  
Zdroj: Vlastní zpracování

Na obrázku 6.11 je možné si prohlédnout metodu větví a mezí (angl. Branch and Bound), kterou se označuje obecný algoritmus pro hledání optimálních řešení. Pomocí tohoto algoritmu byla nalezena řešení optimalizace rozvozových tras.



Obrázek 6.11: Algoritmus větví a mezí pro nalezení optimální trasy  
Zdroj: Vlastní zpracování

### 6.3 Výsledné optimalizované trasy

V této podkapitole jsou uvedeny výsledky po optimalizaci tras. Všechny trasy jsou pro ilustraci zakresleny do map, které byly zpracovány Ing. Lucií Orlíkovou, Ph.D. v softwaru GIS. Mapy všech tras jsou prezentovány v této kapitole jako výstřižek. Podrobné mapy s pořadím obsluhy vrcholů jsou uvedeny v příloze č. 3.

Výsledky tras, které byly dekomponovány, bylo ještě před zakreslením do map nutné přečíslovat zpět dle původního označení vrcholů, protože po dekompozici při hledání minimální Hamiltonovy kružnice došlo k jinému očíslování. Např. u trasy GTO1D byly do prvního shluku vybrány vrcholy 1, 8, 9, 10, 19, 24, 25, ty ale byly při hledání MHK očíslovány 1-7. To je zobrazeno v tabulce 6.1.

*Tabulka 6.1: Přečíslení vrcholů trasy GTO1D*

<b>Optimální trasa</b>	<b>Zpětné přečíslování</b>
<b>1</b>	1
<b>6</b>	24
<b>2</b>	8
<b>7</b>	25
<b>4</b>	10
<b>3</b>	9
<b>5</b>	19
<b>1</b>	1

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Trasa GTO1A obsluhuje v reprezentativní den 57 vrcholů. Po optimalizaci je celková délka trasy 72 km. Ukázka z výstupu programu Xpress-IVE je uvedena v obrázku 6.12. Proces optimalizace byl ukončen před dosažením optimálního řešení. Přípustná řešení jsou zpočátku vyhledávána poměrně rychle, ale postupně dochází ke zvětšování prodlevy mezi nalezením dalšího řešení, a pokud k němu dojde, není už zlepšení (v tomto případě délka trasy) výrazně kratší než doposud nalezené nejlepší přípustné řešení. Jak uvádí Kozel (2018), hodnota výpočetního času v závislosti na rozsahu úlohy roste exponenciálně.

Zde prezentovaná výsledná trasa je nejlepší z 13 nalezených přípustných řešení. GAP 7% značí míru neprohledaného prostoru, v němž je velmi malá pravděpodobnost, že by došlo k nalezení lepšího řešení, než je to současné. Mapu této trasy je možné vidět na obrázku 6.13.

Delka trasy = 72418.6 m

V trase budou zarazeny tyto hrany:

Nejlepší z 13 řešení (Gap: 7%).

$x(1,45) = 1$   
 $x(2,1) = 1$   
 $x(3,2) = 1$   
 $x(4,3) = 1$   
 $x(5,4) = 1$

Obrázek 6.12: Výstřižek z výsledku optimalizace trasy GTO1A  
Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 6.13: Výsledná trasa GTO1A  
Zdroj: Orliková, GIS

Trasa GTO1B obsluhuje v reprezentativní den 64 vrcholů. Ani v tomto případě se nejedná o optimální řešení. Jedná se o nejlepší z 11 přípustných řešení. GAP je v tomto případě 24%. Trasu je možné vidět na obrázku 6.14. Délka trasy je 86 km.



*Obrázek 6.14: Výsledná trasa GTO1B*  
Zdroj: Orlíková, GIS

Trasa GTO1C byla z důvodu překročení kapacity obslužného vozidla rozdělena na dvě části. U první dílčí trasy GTO1Ca bylo dosaženo optimálního řešení. Proto je v tomto případě GAP 0%. Tato trasa má délku 54km a obsluhuje 13 vrcholů, zobrazena je na obrázku 6.15.



*Obrázek 6.15: Výsledná trasa GTO1Ca*  
Zdroj: Orlíková, GIS

Druhá dílčí trasa GTO1Cb obsluhuje 37 vrcholů. Trasa prezentovaná na obrázku 6.16 není optimálním řešením. Jedná se o nejlepší z 20 přípustných řešení, GAP je v tomto případě 48%. Délka trasy je 70 km.





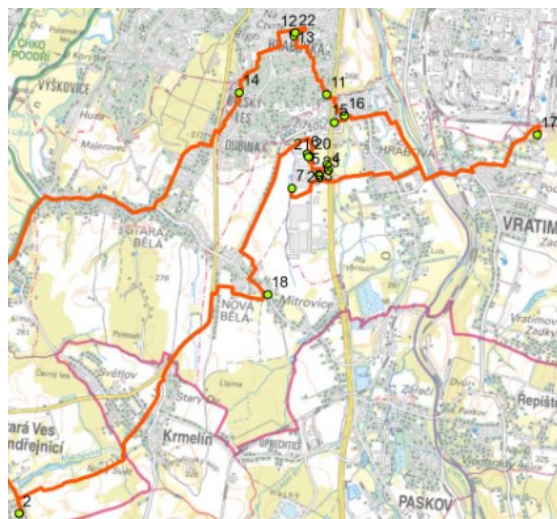
Obrázek 6.16: Výsledná trasa GTO1Cb  
Zdroj: Orliková, GIS

Trasa GTO1D byla rovněž z důvodu překročení kapacity obslužného vozidla, rozdělena na dvě dílčí trasy. GTO1Da obsluhuje 7 vrcholů. V tomto případě bylo dosaženo optimálního řešení. Délka ujeté trasy je 41 km a je zakreslena na obrázku 6.17.



Obrázek 6.17: Výsledná trasa GTO1Da  
Zdroj: Orliková GIS

GTO1Db obsluhuje 20 vrcholů a celková ujetá vzdálenost je 56 km. Trasa je na obrázku 6.18. Jedná se o přípustné řešení z 10 možných. GAP je v tomto případě 17%.



Obrázek 6.18: Výsledná trasa GTO1Db

Zdroj: Orliková, GIS

#### 6.4 Shrnutí dosaženého řešení

Dle analýzy by v roce 2019 zásilky na trasách GTO1C a GTO1D překročily hmotnostní kapacitu vozidel. Proto bylo nutné tyto trasy rozdělit na dvě dílčí tak, aby nebylo překročeno kapacitní omezení nosnosti vozidla 1000 kg. Pro každou z těchto dvou tras byly definovány dva shluky vrcholů, které splňují podmínku naplnění vozidel maximálně do 600 kg. Rozdělení vrcholů je možné vidět v tabulce 6.2.

Tabulka 6.2: Počet vrcholů po zajištění svozové kapacity

Trasa	Počet obsluhovaných vrcholů (bez depa)	Počet vrcholů po dekompozici (bez depa)	Odhadované zatížení [kg]
<b>GTO1A</b>	56	56	301,5
<b>GTO1B</b>	63	63	419,3
<b>GTO1Ca</b>	48	12	575,4
<b>GTO1Cb</b>		36	587,3
<b>GTO1Da</b>	25	6	563,5
<b>GTO1Db</b>		19	599,9

Zdroj: Vlastní zpracování

Z hlediska rozdělení těchto dvou tras je nutné navrhnout, jak bude obslužení dvou nově vzniklých tras probíhat. U trasy GTO1C by bylo vhodné zvážit, s ohledem na počet

obsluhovaných vrcholů, zavedení nové trasy pro dalšího pracovníka s dalším obslužným vozidlem. Tato situace by se dala vyřešit také za pomoci třetí strany, která poskytne pracovníka i obslužné vozidlo.

U trasy GTO1Da by bylo zavedení nové kurýrní trasy, přijetí dalšího pracovníka a pronájem vozidla pro obsluhu 6 zákazníků velmi neekonomickým řešením. Trasa GTO1D by mohla zůstat zachována ve stavu v jakém je, s tím rozdílem, že kurýr by obsloužil nejprve jednu část trasy, vrátil se na depo, kde by bylo vozidlo znovu naloženo, a následně by obsloužil vrcholy druhé trasy. Vzhledem k nižšímu počtu zastávek lze považovat toto řešení za reálné.

V tabulce 6.3 je prezentován přínos optimalizace rozvozových tras z hlediska ujeté vzdálenosti. Jedná se o modelovou situaci, která vychází z reprezentativního dne. V ideálním případě by došlo k úspoře ujetých kilometrů na všech trasách. Největší úspory 132 km by dosáhla trasa GTO1B, protože ta má také průměrně najeto nejvíce kilometrů. Hned vzápětí je trasa GTO1A, u které činí úspora 93km. Trasy GTO1C a GTO1D mají úsporu mnohem nižší než dvě předtím zmiňované trasy. To je dáno také tím, že jsou rozdělené, takže je zde započítána dvojitá vzdálenost z depa a zpět. Přesto i tak dosahují úspory cca 20 km.

*Tabulka 6.3: Srovnání skutečně ujeté délky trasy z reprezentativního dne s délkou trasy po optimalizaci*

Trasa	Vzdálenost ujetá v reprezentativní den [km]	Délka trasy po optimalizaci [km]	Rozdíl délky skutečné a optimalizované trasy [km]
<b>GTO1A</b>	165	72	93
<b>GTO1B</b>	218	86	132
<b>GTO1Ca</b>	147	54	23
<b>GTO1Cb</b>		70	
<b>GTO1Da</b>	117	41	20
<b>GTO1Db</b>		56	

*Zdroj: Vlastní zpracování*



Trasy obslužných vozidel nejsou u společnosti DHL Express nijak organizovány. Ve skutečnosti tento model naráží na mnoho omezení vyplývajících z charakteru služby, kterou firma poskytuje.

Kurýři musejí svou trasu pružně přizpůsobovat s ohledem na servisní okna některých zákazníků a na časově termínované zásilky, které musejí být doručeny načas. V podstatě si svou trasu nemůžou ani řádně naplánovat, protože jim v průběhu dne přibývají požadavky zákazníků pro vyzvednutí zásilky.

V této práci také není rozděleno, zda se jedná o zásilky pro svoz nebo rozvoz, protože k tomu společnost neposkytla potřebná data. Proto bylo pracováno se souhrnnou váhou. Nicméně jistým přínosem tohoto faktu je např. to, že kurýr nemusí na první zastávce, kdy je naložen z depa, řešit, zda se na první zastávce zásilka vleze do vozidla či nikoli.

Model optimalizovaných tras by měl sloužit alespoň jako návrh, jak co nejefektivněji obsloužit vrcholy trasy, přičemž bude minimalizována ujetá vzdálenost mezi vrcholy neboli obsluhovanými zákazníky i za cenu nutného vybočení z této optimální trasy. Zákazníci se každý den mění, nicméně tím, že je obsluhována stejná trasa každý den, rozdíly v jednotlivých adresách zastávek lze aplikovat do modelu a přizpůsobit je dle aktuálního stavu.

S ohledem na pracovní fond kurýra by bylo vhodné zvážit také rozdělení nebo přerozdělení tras GTO1A a GTO1B. Tyto trasy jsou sice kapacitně zajištěny, nicméně s 31% nárůstem počtu zastávek by mohlo dojít k přetížení pracovníků, kteří tyto trasy obsluhují. Vzhledem k tomu, že 31% odpovídá průměrnému ročnímu odhadu, dojde k tomuto stavu v průběhu nebo ke konci roku 2019. Je nutné sledovat ukazatele KPI daných tras i odpracovaný časový fond zaměstnance a včas mít připravenou alternativu obsluhy a rozdělení daných tras.

## 7 Závěr

Práce je řešena v prostředí nadnárodní logistické společnosti DHL Express, která zajišťuje expresní leteckou přepravu po celém světě. Problematika kapacitní zajištěnosti spojená s trendem narůstajícího zájmu o expresní přepravu je aplikována na rozvozové trasy Ostravy spadající pod pobočku Mošnov.

Cílem práce bylo zaručit, aby ve spádové oblasti Ostrava byly zajištěny dostatečné kapacity rozvozových vozidel pro rok 2019. Navazujícím dílčím cílem bylo optimalizování všech tras, aby byla ujeta co nejkratší vzdálenost při obsluze zákazníků.

Nejprve je v práci charakterizována společnost DHL Express. Mimo uvedení stručné historie je představena obchodní strategie společnosti, definován její marketingový mix a následně analyzován stav mezoprostředí Porterovou analýzou pěti konkurenčních sil.

Dále jsou v práci vymezena teoretická východiska pro poskytování služeb přepravy se zaměřením na kurýrní a expresní balíkové služby. Metodická část je věnována definici problému obchodního cestujícího, kde je matematicky popsán jak model k vyhledání minimální Hamiltonovy kružnice, což slouží k nalezení optimální trasy rozvozových vozidel, tak i přístup k dekompozici množiny tras, model p-medián.

Následuje popis sběru dat a na to navazuje analýza současného stavu rozvozových tras dle reprezentativního dne, která byla provedena v softwaru společnosti DHL Express. Stěžejní pro firmu je plnění KPI, která jsou vyjmenována a popsána, s čímž se pojí i uvedení pracovních povinností pracovníka obsluhujícího kurýrní vozidlo.

K odhadu růstu přepravovaného objemu a počtu zásilek posloužila data z let 2016-2018, poskytnutá ostravskou pobočkou Mošnov. Odhad celkového váhového růstu pro rok 2019 odpovídá 17% a odhad pro nárůst v počtu zásilek je hodnota 31%. Dále jsou zde analyzovány některé ukazatele s rozdělením na jednotlivé obslužné trasy, např. plnění stanovených KPI, průměrně ujetá vzdálenost vozidel, průměrná váha přepravovaných zásilek apod.

V návaznosti nato, bylo zjištěno, že dvě ze čtyř tras bude nutné dekomponovat. Dekompozice tras byla provedena na katedře matematických metod v ekonomii v softwaru

Xpress-IVE. Tímto byla zajištěna dostatečná kapacita obslužných vozidel při předpokládaném růstu v roce 2019. Po tomto kroku bylo přistoupeno k optimalizaci rozvozových tras v tomtéž softwaru.

Na základě výsledků optimalizace byl nový návrh obslužných tras porovnán s aktuálním stavem, kde byla také zohledněna určitá omezení, která v modelu chybí. V modelovém případě, kdy jsou všechny zastávky známy před výjezdem kurýra z depa a není počítáno se servisními okny nebo časově determinovanými zásilkami, došlo k úspoře ujetých kilometrů na všech trasách. Optimalizované trasy slouží jako návod k obsluze vrcholů neboli zákazníků tak, aby byla ujetá délka trasy co nejkratší a došlo tak úspoře nákladů a především času, o který jde při poskytování expresních přeprav nejvíce.

Výsledkem práce je doporučení k obsluze u nově vzniklých tras GTO1C a GTO1D a také zvážení rozdělení nebo přerozdělení tras GTO1A a GTO1B, které jsou sice kapacitně zajištěny, nicméně nárůst počtu zásilek by mohl narazit na omezení ze strany pracovního vytížení kurýrů.

## Seznam použité literatury

### Knižní zdroje

- [1] ČERNÝ, Ján a Pavol KLUVÁNEK. *Základy matematickej teórie dopravy*. Bratislava: Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 1991. ISBN 80-224-0099-8.
- [2] FICO Xpress Optimization Suite. *Xpress-Mosel: User guide*. United Kingdom: Blisworth: Dash Associates, 2005.
- [3] GROS, Ivan. *Kvantitatívni metódy v manažerskom rozhodovaní*. Praha: Grada, 2003. Expert (Grada). ISBN 80-247-0421-8.
- [4] GUERÉT, Ch., Ch. PRINS and M. SEVAUX. *Applications of optimization with Xpress-MP*. Dash Optimization, 2002. ISBN 0-9543503-0-8.
- [5] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: kvantitatívni modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.
- [6] JANÁČEK, Jaroslav. *Matematické programování: kvantitatívni modely pro ekonomické rozhodování*. 2., opr. vyd. Žilina: EDIS, 2003. ISBN 80-807-0054-0.
- [7] JANÁČEK, Jaroslav. *Optimalizace na dopravních sítích*. Druhé prepracované vydanie. V Žiline: Žilinská univerzita, 2006. Vysokoškolské učebnice (Žilinská univerzita). ISBN 80-8070-586-0.
- [8] JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
- [9] LAMBERT, Douglas M. a Lisa M. ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Praha: Computer Press, 2000. Business books (Computer Press). ISBN 80-722-6221-1..
- [10] MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. *Logistika*. 2. upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 978-80-248-4158-8.
- [11] NOVÁK, Radek, Lubomír ZELENÝ, Petr PERNICA a Petr KOLÁŘ. *Přepravní, zásilkové a logistické služby*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. ISBN 978-80-7357-735-3.
- [12] PASTOR, Otto a Antonín TUZAR. *Teorie dopravních systémů*. Praha: ASPI, 2007. ISBN 978-80-7357-285-3.
- [13] SEDLÁČEK, Pavel a Michal FLORIÁN. *Vybrané otázky z přepravy a zásilkovství*. Praha: Wolters Kluwer, 2017. Právo prakticky. ISBN 978-80-7552-573-4.
- [14] SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.

- [15] SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Brno: Computer Press, 2009. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2563-2.
- [16] SVATOŠ, Miroslav. *Zahraniční obchod: teorie a praxe*. Praha: Grada, 2009. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2708-0.
- [17] SVOBODA, Vladimír. *Doprava jako součást logistických systémů*. Praha: Radix, 2006. ISBN 80-860-3168-3.
- [18] TURČAN, Matěj, Pavel HRADECKÝ, Anna MADRYOVÁ, Iva HRABICHOVÁ a Michal HOLČAPEK. *Statistika*. Ostrava: Technická univerzita, 2002. ISBN 80-248-0131-0.

### **Odborné články**

- [19] KOZEL, P. Dekompozice okružních jízd s využitím matematického programování, *Perners Contact*, Univerzita Pardubice, 2017, s. 62-70, ISSN 1801-674X.
- [20] KOZEL, P., FRIEDRICH, V., MICHALCOVÁ, Š. Transformation of task to locate a minimal Hamiltonian circuit into the problem of finding the Eulerian path in vehicle routing application, *In Proc. of 35th International Conference Mathematical Methods in Economics 2017*, Hradec Králové, pp. 360-365. ISBN 978-80-7435-677-8.
- [21] KOZEL, P., ORLÍKOVÁ, L., POMP, M., MICHALCOVÁ, Š. Application of the p-Median Approach for a Basic Decomposition of a Set of Vertices to Service Vehicles Routing Design, *In Proc. of 36th International Conference Mathematical Methods in Economics 2018*, Jindřichův Hradec, pp. 252-257. ISBN 978-80-7378-371-6.
- [22] POMP, M., KOZEL, P., MICHALCOVÁ, Š., ORLÍKOVÁ, L. Using 'sweep algorithm' for decomposing a set of vertices and subsequent solution of the traveling salesman problem in decomposed subsets, *In Proc. of 35th International Conference Mathematical Methods in Economics 2017*, Hradec Králové, pp. 584-589. ISBN 978-80-7435-677-8.

### **Internetové zdroje**

- [23] Interní zdroje DHL Express, 2018
- [24] CEMPÍREK, Václav a Eva ZÁKOROVÁ. *Balíkové služby táhne nakupování on-line* [online]. 2.5.2012 [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: [http://www.general-overnight.cz/\\_template/go/media/Bal%C3%ADkov%C3%A9%20slu%C5%BEby%20t%C3%A1hne%20nakupov%C3%A1n%C3%AD%20on-line%20%20LOGISTIKA.IHNED.CZ%20-%202.5.2012.pdf?fbclid=IwAR0jDCERKLwimYe\\_QfCA7\\_bQL4W\\_d6m6AkDMYbUANiJ\\_V\\_DiMr8wpn56DWek](http://www.general-overnight.cz/_template/go/media/Bal%C3%ADkov%C3%A9%20slu%C5%BEby%20t%C3%A1hne%20nakupov%C3%A1n%C3%AD%20on-line%20%20LOGISTIKA.IHNED.CZ%20-%202.5.2012.pdf?fbclid=IwAR0jDCERKLwimYe_QfCA7_bQL4W_d6m6AkDMYbUANiJ_V_DiMr8wpn56DWek)

- [25] CEMPÍRKOVÁ, Eva. *Kurýrní, expresní a balíkové služby* [online]. 14. 3. 2008 [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: [http://www.airway.cz/akt-kuryrni-expresni-balikove-sluzby?fbclid=IwAR1KZb4bHOXKmgpG1iY7\\_MUH32M-oyLnir5QYsvgDFLhCA7JvHkkL8LFBXo](http://www.airway.cz/akt-kuryrni-expresni-balikove-sluzby?fbclid=IwAR1KZb4bHOXKmgpG1iY7_MUH32M-oyLnir5QYsvgDFLhCA7JvHkkL8LFBXo)
- [26] DHL Express. *Ceník služeb 2019* [online]. 1. 1. 2019 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: [https://www.dhl.cz/content/dam/downloads/cz/express/cs/shipping/rate\\_guides/express\\_pricing\\_guide\\_cz\\_cs.pdf](https://www.dhl.cz/content/dam/downloads/cz/express/cs/shipping/rate_guides/express_pricing_guide_cz_cs.pdf)
- [27] DPDHLG, Deutsche Post DHL Group. *Facts & Figures on Corporate Responsibility* [online]. 09.2019 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <https://www.dpdhl.com/content/dam/dpdhl/en/media-center/responsibility/cr-fact-book-2018-en.pdf>
- [28] DPDHLG, Deutsche Post DHL Group. *Zero emissions by 2050: dhl announces ambitious new environmental protection target*. [online]. 03.2017 [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: <http://www.delivered.dhl.com/en/articles/2017/05/zero-emissions-by-2050.html>
- [29] DPDHLG, Deutsche Post DHL Group. *Strategy 2020: Focus. Connect. Grow*. [online]. 04.2014 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://www.dpdhl.com/en/about-us/mission-and-strategy.html>
- [30] NOVOTNÝ, Radek. Spojení FedEx a TNT pokračuje. EU nemá námitky. *Logistika* [online]. 23. 10. 2015 [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-64778480-spojeni-fedex-a-tnt-pokracuje-eu-nema-namitky>
- [31] IATA: Globální poptávka po letecké nákladní dopravě je na cestě k sedmiletému maximu. *W4T.cz* [online]. 10. 01. 2018 [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: <https://www.w4t.cz/iata-globalni-poptavka-po-letecke-nakladni-doprave-je-na-cestech-k-sedmiletému-maximu-67427/>
- [32] PAT. Balíkobot.cz rozšířil datové napojení na expresní dopravce TNT a UPS. Začíná působit i na Slovensku. *Logistika* [online]. 12. 4. 2019 [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-66554050-balikobot-cz-rozsiril-datove-napojeni-na-dalsi-prepravce-a-zacne-nabizet-sluzby-na-slovensku>
- [33] ZÁKOROVÁ, Eva. *Kurýrní, expresní a balíkové služby obstály* [online]. 21. 3. 2011 [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: <https://www.airway.cz/akt-kuryrni-expresni-balikove-sluzby-obstaly?fbclid=IwAR2v2riVXWI2fv9yyzrQg5FoTg5UIfRwENfjTD9I0O3QwYuA5q3d9Fk1F1M>

## Seznam zkratek

B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
C2C	Consumer-to-Consumer
DPDHLG	Deutsche Post DHL Group
EDC	End of Day Card, formulář na zaznamenávání denního výkonu zaměstnance, trasy
GIS	Geografický informační systém
HGF	Hornicko-geologická fakulta
IČO	Identifikační číslo osoby
IT	Informační technologie
KEB	Kurýrní, expresní a balíkové služby
KPI	Key performance indicator, klíčové ukazatele výkonosti
LNHL	Linehaul, domestikovaný spoj
PŠČ	Poštovní směrovací číslo
PUD	Pick-up and Delivery, výraz z angličtiny pro svoz a rozvoz
VŠB-TUO	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

# Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byl(a) seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou (bakalářskou) práci užit (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užití díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užití své díla, diplomovou (bakalářskou) práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 12. 4. 2019

*Lea Kuchárová*  
.....  
jméno a příjmení studenta



## **Seznam příloh**

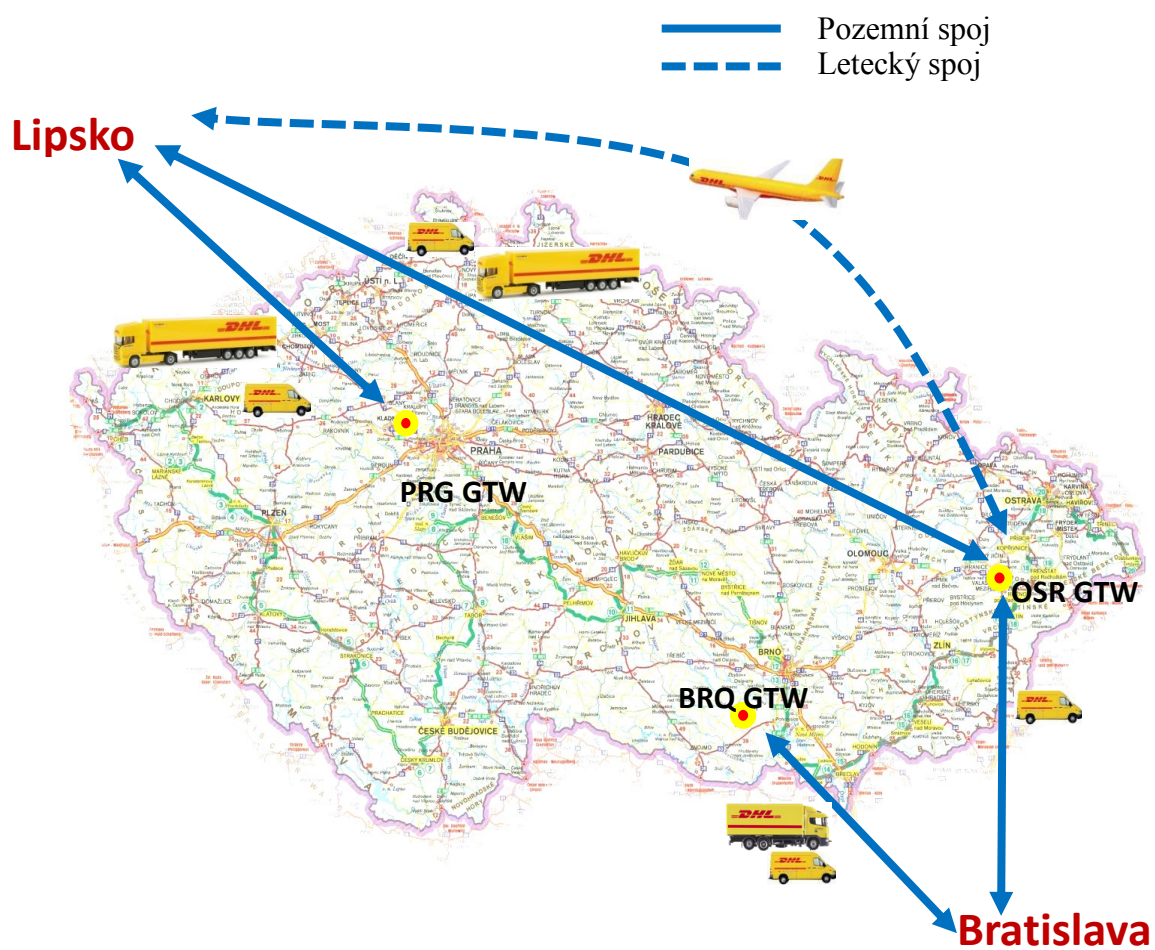
Příloha 1: Mezinárodní distribuce společnosti DHL Express v České republice

Příloha 2: EDC – Employee Day Card – denní výkaz o výkonu trasy, zaměstnance

Příloha 3: Trasy obslužných vozidel s pořadím obsluhy vrcholů

# Přílohy

## Příloha 1: Mezinárodní distribuce společnosti DHL Express v České republice



*Zdroj: DHL Express, upraveno autorem*

## Příloha 2: EDC – Employee Day Card – denní výkaz o výkonu trasy, zaměstnanec

### Denní karta kurýra (Employee Day Card)

Název Facility/Subfacility	
Datum	
Kategorie	DHL
Route ID	
Typ auta (RZ)	
Jméno a příjmení	
Coach Ride	ANO/NE

#### Parametry routy

	Čas	Kilometry
Začátek přípravy routy		
Konec přípravy routy		
Odjezd z pobočky		
První stop		
Začátek přestávky		
Konec přestávky		
Poslední stop		
Příjezd na pobočku		
Začátek Post Route aktivit		
Konec Post Route aktivit		

#### Objemy

	Deliveries	Pick-Up
Počet stopů		
Počet kusů		
Počet zásilek		
No attempts		
Missed Pick-Up's		

#### Uživatелеm definované objemy

Počet stopů bad adress	Delivery	
Neproduktivní stopy	Pick-Up	

#### Nepříjmé/Nevyužité (Indirect/Idle) hodiny

Vykonáno během	Aktivity	Délka trvání
Přípravy na route		
Stem Out (od výjezdu z pobočky po 1. stop)		
On Zone (mezi 1. a posledním stopem)		
Stem In (od posledního stopu po příjezd na		
V průběhu post route aktivit		

#### Poznámky

--

Podpis kurýra:

Zdroj: DHL Express

### **Příloha 3: Trasy obslužných vozidel s pořadím obsluhy vrcholů**

#### **GTO1A**

Pořadí obsluhy jednotlivých vrcholů:

1, 45, 46, 47, 44, 43, 51, 49, 50, 40, 41, 48, 39, 38, 37, 35, 36, 30, 34, 31, 33, 32, 29, 42, 23, 24, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 54, 27, 25, 53, 52, 28, 57, 55, 56, 8, 6, 7, 11, 13, 14, 12, 10, 26, 9, 5, 4, 3, 2, 1



*Obrázek 1: Mapa trasy GTO1A*

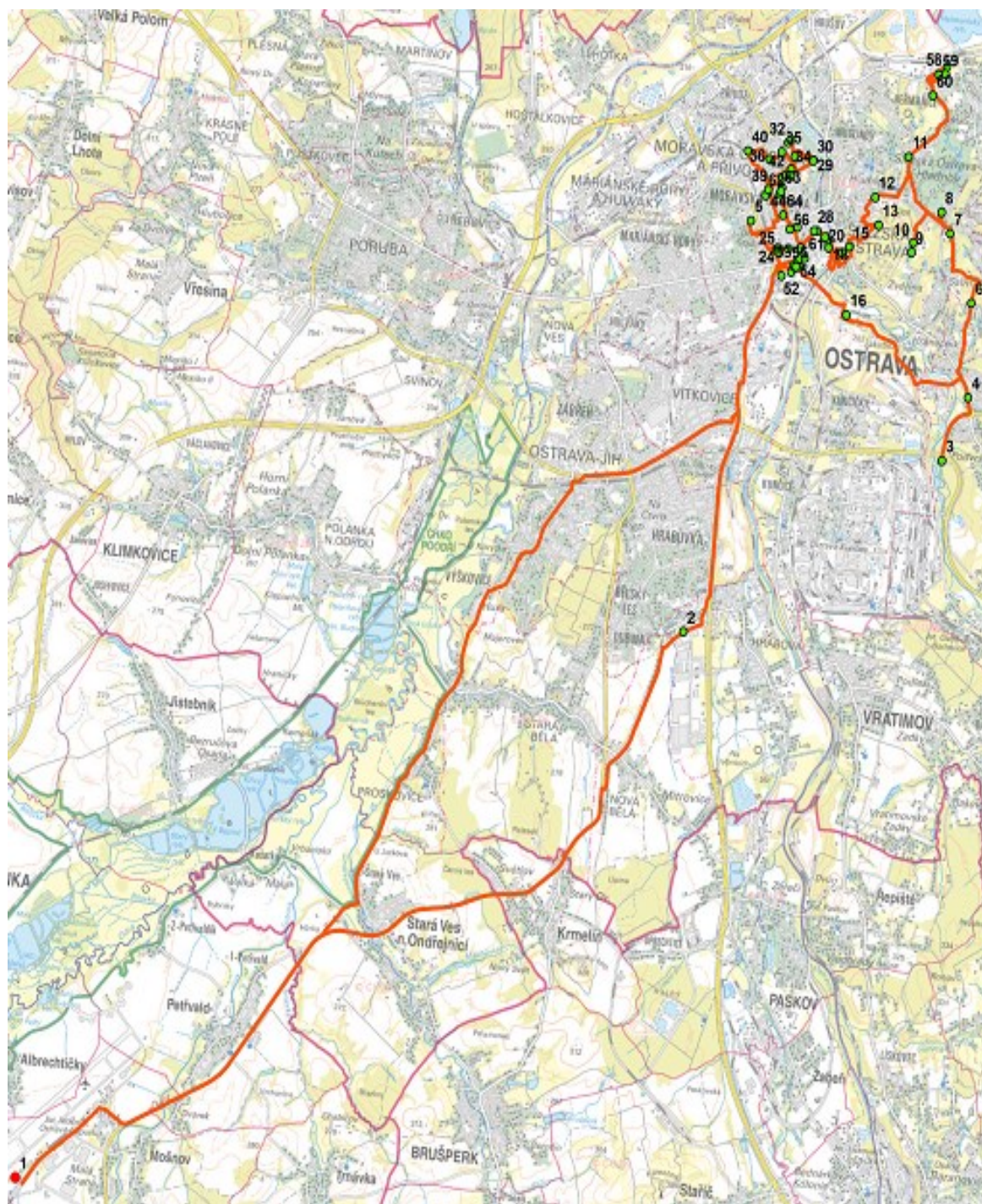
*Zdroj: Orliková, GIS*



## GTO1B

Pořadí obsluhy jednotlivých vrcholů:

1, 53, 51, 52, 23, 26, 24, 25, 5, 64, 37, 38, 41, 42, 43, 31, 33, 32, 30, 29, 34, 35, 36, 40, 39, 44, 63, 62, 22, 56, 27, 28, 21, 17, 20, 19, 18, 14, 15, 13, 12, 11, 59, 58, 57, 60, 9, 10, 8, 7, 6, 3, 4, 16, 45, 55, 54, 49, 47, 48, 50, 61, 46, 2, 1



Obrázek 2: Mapa trasy GTO1B

Zdroj: Orliková, GIS



## GTO1Ca

Pořadí obsluhy jednotlivých vrcholů:

1, 2, 12, 13, 11, 14, 18, 19, 15, 17, 16, 48, 36, 1



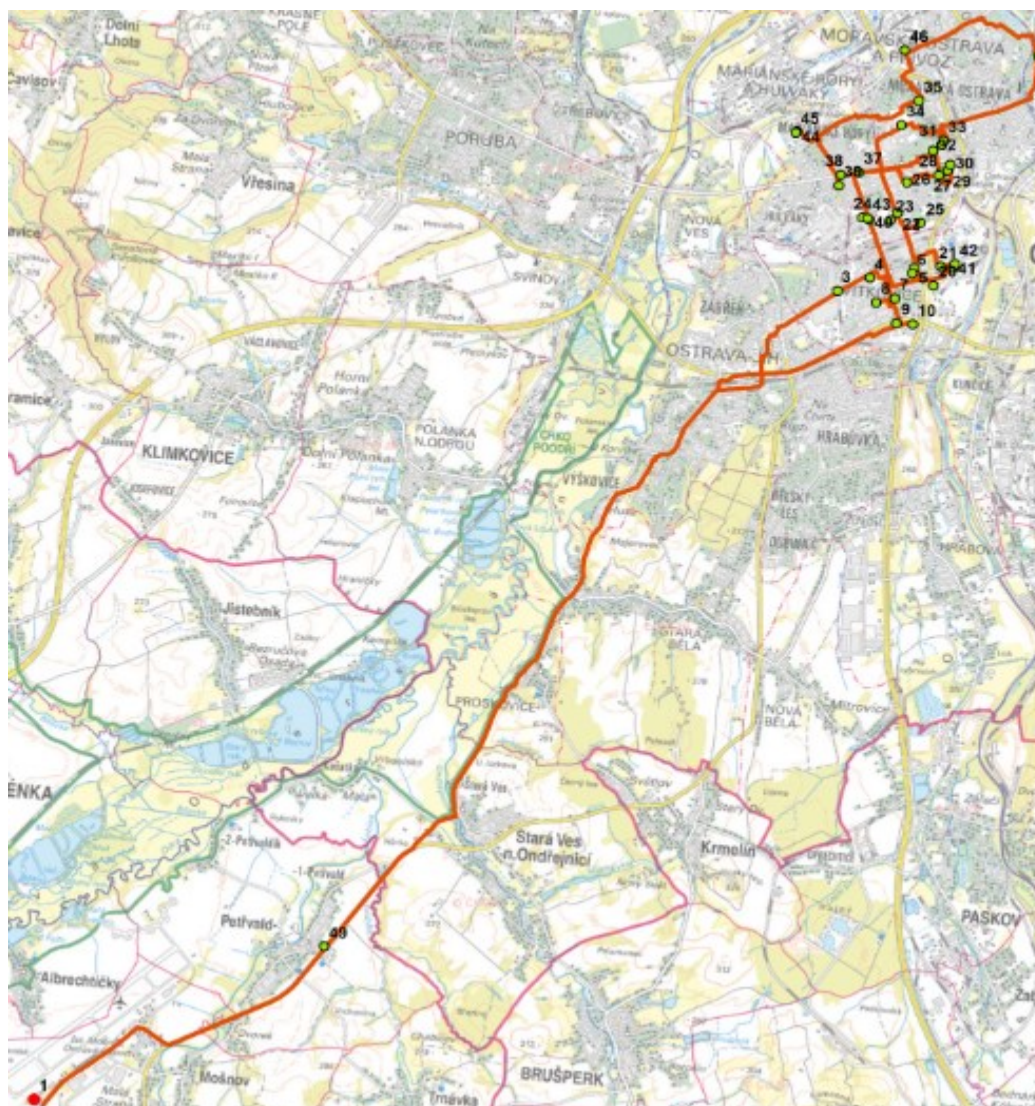
Obrázek 3: Mapa trasy GTO1Ca

Zdroj: Orlíková, GIS

## GTO1Cb

Pořadí obsluhy jednotlivých vrcholů:

1, 49, 3, 4, 20, 6, 41, 21, 5, 42, 25, 23, 22, 34, 31, 33, 47, 46, 35, 44, 45, 39, 38, 32, 29, 30, 28, 27, 26, 37, 24, 40, 43, 9, 8, 7, 10, 1



Obrázek 4 : Mapa trasy GTO1Cb

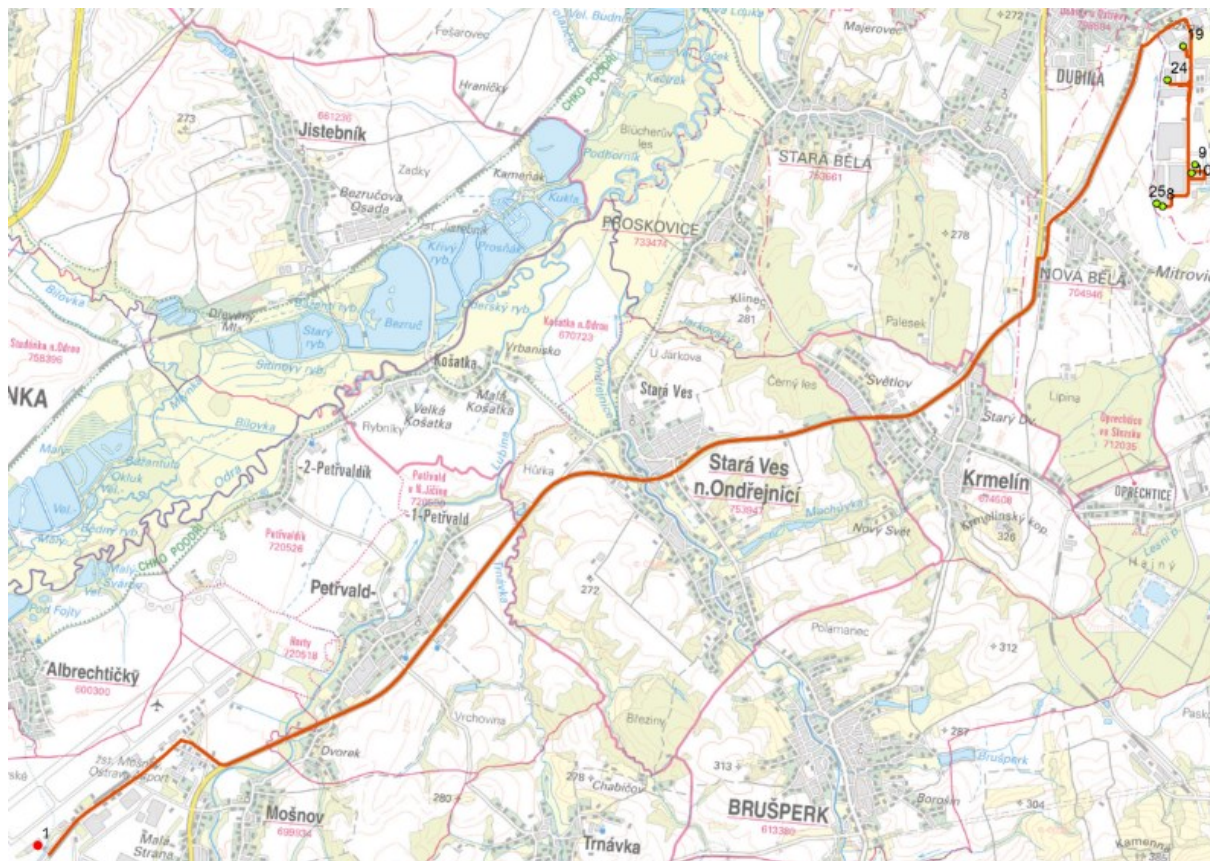
Zdroj: Orliková, GIS



## GTO1Da

Pořadí obsluhy jednotlivých vrcholů:

1, 24, 8, 25, 10, 9, 19, 1



Obrázek 5 : Mapa trasy GTO1Da

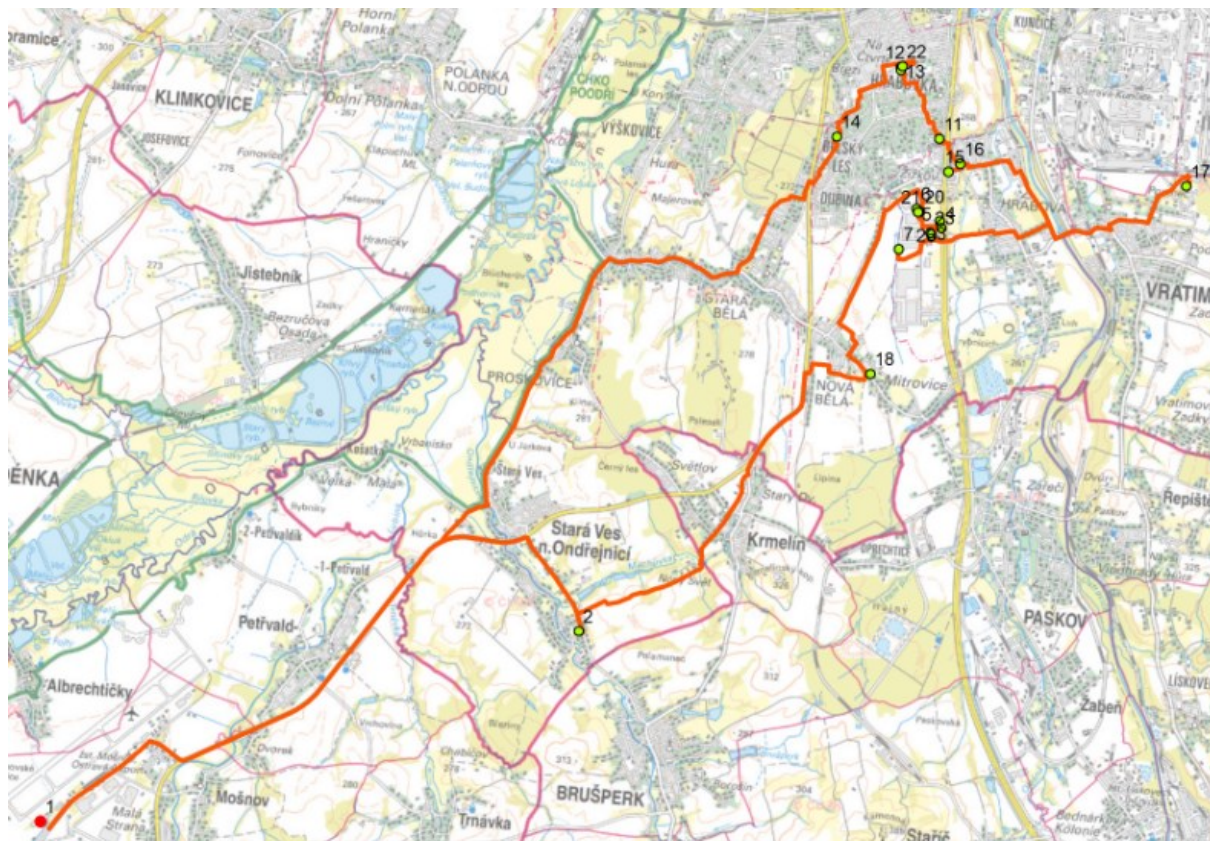
Zdroj: Orliková, GIS



## GTO1Db

Pořadí obsluhy jednotlivých vrcholů:

1, 14, 12, 13, 22, 11, 15, 16, 17, 7, 23, 3, 4, 26, 5, 6, 21, 20, 18, 2, 1



Obrázek 6 : Mapa trasy GTO1Db

Zdroj: Orliková, GIS